Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Digitized by Google

Engineering
TD
203
W323t
v.19

027901

CORNELL
UNIVERSITY
LIBRARY

ENGINEERING

Digitized by Google

PERIODICAL

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Herausgeber: Dr. Georg Adam, Breslau; K. Dantscher, Professor für Wasserbau an der Technischen Hochschule München; Ing. Carl Reindl, München.

MITARBEITER:

Justizrat Dr. BAUMERT, Spandau. — Professor Dr. Ing. E. h. HUBERT ENGELS, Geheimer Rat, o. Prof. an der Technischen Hochschule Dresden. — Hofrat Professor Dr. PHILIPP FORCHHEIMER, Wien XIX, Peter-Jordanstr. 17. — Prof. Ing. ADOLF FRIEDRICH, Hochschule für Bodenkultur Wien. — Ing. RUDOLF HALTER, Oberbaurat, o. Prof. an der Technischen Hochschule Wien. — Dr. LUDWIG HOPF, Privatdozent an der Technischen Hochsch. Aachen. — Dr. JOSEF HAEUSER, Reg.-Rat l. Kl. u. Meteorologe d. bayer Landesstelle für Gewässerkunde. — Dr. VIKTOR KAPLAN, Prof. a. d. Deutschen Technischen Hochschule Brünn. — Dr. techn. JOSEF KOZENY, Doz. an d. Univ. Dorpat, Estland. — Dr.Ing. FRANZ KREUTER, em. Hochschulprof., Geh. Hofrat, München. — FRANZ KRIEGER, Ministerialrat im Ministerium des Innern, Staatskommissar f. d. Ausbau der Mittleren Isar, München. — Dr. Ing. LEINER, beratender Regierungsbaumeister und Privatdoz. a. d. Techn. Hochschule München. — Dr. Ing. ADOLF LUDIN, Ober-Bauinspektor, o. Professor an der Technischen Hochschule Berlin. — Dr. L. PRANDTL, o. Professor an der Universität Göttingen. — THEODOR REHBOCK, Geheimer Oberbaurat, o. Prof. a. d. Techn. Hochschule Karlsruhe. — Dr. phil. LOTHAR REUTER, Landesgeologe d. bay. Landesamts f. Wasserversorgung, München. — Dr. techn. ARMIN SCHOKLITSCH, beh. aut. Zivilingenieur, Privatdozent a. d. Techn. Hochschule Graz. — RUDOLF SCHÄTTI, Oberingenieur der Schiffbauabteilg Escher, Wyss & Cie., Zürich. — Dr. FRIEDRICH SCHAFFERNAK, o. ö. Prof. an der Techn. Hochsch. Wien. — Dipl.-Ing. TREIBER, Baurat b. d. badisch. Oberdirektion f. d. Strassen- u. Wasserbau Karlsruhe. — Dr. Ing. Dipl.-Ing. HANS THOMA, München. — [illegible] HUBERT WYSKIDEL, o. Prof. a. d. Techn. Hochschule Stuttgart UND ANDERE.

RICHARD PFLAUM VERLAG, A.G., MÜNCHEN, HERRNSTR. 10, TEL. 24737, 20846/47/48.

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Bezugspreis pro Heft 50 Gold-Pfennige. — Postscheck-Konto Nr. 15109

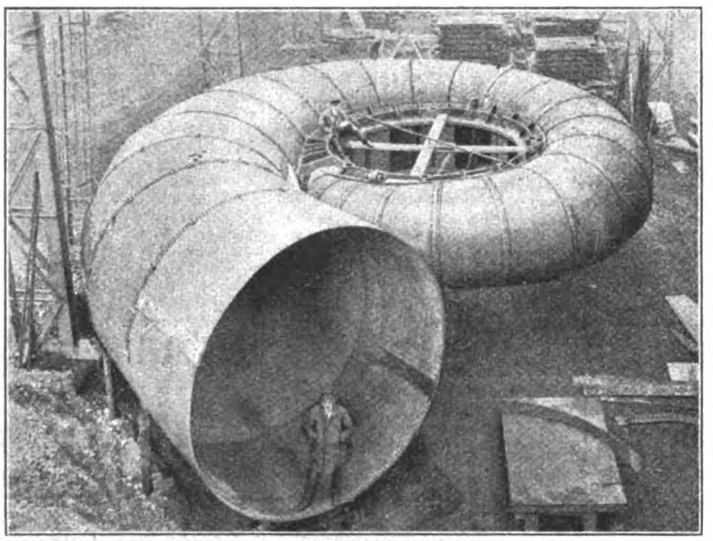
München, 20. Januar 1924.

Anzeigen-Grundpreis 15 Goldpfennig für die einspaltige Millimeterzeile. — Rabatt: bei 6maligem Erscheinen 10%, bei 12malig. 15%, bei 24malig. 25%.

Digitized by Google

FRITZ NEUMEYER
★ WASSERTURBINEN ★

NAHE AN 6000
ANLAGEN GELIEFERT



Spiralgehäuse für Kraftwerk Aufkirchen, 4 Turbinen von je 13000 PS.

EIGENE
VERSUCHS-ANSTALTEN
FÜR TURBINEN UND
REGLER

373

FRITZ NEUMEYER-AKTIENGESELLSCHAFT-MÜNCHEN
MIT GOTHAER NIEDERLASSUNG-BRIEGLEB, HANSEN u. Co.

Ingenieurbüros in: AMBERG Spitalgasse 148 | DRESDEN Krenkelstr. 21 | ELBING Fischerstr. 7 | GIESSEN Bergstr. 1 | MINDEN Paulinenstr. 15 | MÜNCHEN Wagmüllerstr. 18 | STUTTGART Hohenheimerstr. 53

Gegr. 1876
Entwurf u. Ausführung
Thormann & Stiefel A.G.
Tief-Beton-Hochbau Wasserbau
Augsburg

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 1/2 **München, 20. Januar 1924** **19. Jahrgang**

Die Maschinen-Anlagen des Schwarzenbach-Werkes im Schwarzwald*)

Von Baurat E. Treiber, Karlsruhe.

Das zurzeit im Bau befindliche Schwarzenbachwerk der Badischen Landes-Elektrizitätsversorgung (Badenwerk) A.-G., das die mit dem grössten Gefälle in Deutschland arbeitende Hochdruckanlage darstellt, ist eine Erweiterung des 1918 in Betrieb gesetzten Murgwerkes in Forbach (Baden). Dieses nützt das Wasser der Murg, eines Nebenflusses des Rheins, mit rd. 145 m Gefäll aus und ist mit fünf Maschinensätzen, bestehend aus einfachen Francis-Spiralturbinen von 7000 PS Höchstleistung bei 500 Uml/min, ausgerüstet. Da es nur einen verhältnismässig kleinen Sammelweiher vor dem Einlauf des rd. 5½ km langen Stollens und ein entsprechendes Ausgleichsbecken unterhalb der Hochdruckanlage besitzt, kann unter den vorliegenden Betriebsverhältnissen nur eine Wasserführung der Murg bis zu 13 m³/sek im Sommer, bzw. 14 m³/sek im Winter voll ausgenützt werden, wobei zu Zeiten der Spitzenbelastung bis zu 22 m³/sek in den Hochdruckturbinen verarbeitet werden. Das im Bau befindliche Schwarzenbachwerk stellt nun eine wertvolle Ergänzung der bestehenden Anlage dar, da es aus einem 15 Mill. m³ fassenden Staubecken im Schwarzenbachtal mit Jahresausgleich gespeist wird. Die Anlage eines zweiten, rd. 16 Mill. m³ fassenden Staubeckens im Raumünzachtal ist einer späteren Vergrösserung des Schwarzenbachwerkes vorbehalten. Für die Anlage dieser Staubecken liegen insofern sehr günstige Verhältnisse vor, als in nur rd. 2000 m Luftlinienabstand von der bestehenden Anlage oberhalb Forbach die Möglichkeit zur Errichtung der Talsperre im Schwarzenbach- und der etwas weiter entfernten im Raumünzachtal besteht, durch die diese Seitenbäche der Murg auf rd. 370 m über dem Flusspiegel am Hochdruckkrafthaus bei Forbach aufgestaut werden können. Auf derartig kurze Strecken zusammenfassbare Hochdruckgefälle gehören, besonders in Deutschland, zur Seltenheit.

Die beiden genannten Staubecken sollen unmittelbar miteinander verbunden werden, gleichen also ihren Wasserspiegel untereinander aus; die Wasserentnahme erfolgt in der Regel aus der Schwarzenbachsperre; es werden aber Vorkehrungen getroffen, dass die Maschinen des Schwarzenbachwerkes auch unmittelbar aus der Raumünzachsperre gespeist werden können.

Die jetzt im Bau befindliche Schwarzenbach-Sperrmauer erhält eine größte Höhe von rd. 67 m, eine Sohlenstärke von 50 m; ihre Mauerkrone ist 380 m lang. Die größe Stauhöhe über der Talsohle ist 51,5 m, die tiefste Absenkung des Seespiegels 40 m. Die Mauer wird als Schwergewichtsmauer in Gußbeton mit großen Granitblockeinlagen hergestellt und überall auf klingendem Felsen gegründet; die Mauerwerkmasse beträgt 290 000 m³. Die Entnahme des Betriebswassers aus der Schwarzenbachsperre erfolgt in neuartiger Weise durch einen Entnahmestollen, der in seinem ersten Stück als Eisenbetonrohr ausgebildet unmittelbar auf der Sperrmauer-Wasserseite beginnt, das linke Hangwiderlager der Mauer in großem Bogen umfährt, um sodann in den eigentlichen Druckstollen überzugehen. Die Gesamtlänge der Stollenleitung bis zum Wasserschloss beträgt 1730 m. Im Gegensatz zu den meisten Ausführungen findet also die Entnahme des Betriebswassers nicht durch Rohrleitungen statt, die durch die Mauer verlegt sind; dies ist nur mit zwei 0,80 m weiten Grundablässen der Fall, die durch sogenannte Kugelschieber gleicher Lichtweite, im vorliegenden Fall durch soche in Sonderbauart mit Doppelverschluß, abgesperrt werden. Der Einlauf in den Entnahmestollen an der Sperrmauer kann durch eine entlastete Zylinderschütze verschlossen werden, deren Aufzugsgestänge in einem sich an die Wasserseite der Mauer anlehnenden Turm hochgeführt wird. Das elektrisch betätigte Windwerk steht auf der Plattform des Turmes über dem Stauspiegel. Vor dem Anheben des eigentlichen Verschlußzylinders wird durch das gleiche Aufzugsgestänge zunächst ein entlasteter Füllschieber geöffnet, durch den das anschließende Stollenstück gefüllt wird, so daß der große Verschlußkörper in entlastetem Zustand mit verhältnismäßig geringer Aufzugskraft angehoben werden kann. Das Betriebswasser strömt durch sechs im Fuß des Entnahmeturmes angeordnete Einlauföffnungen unter dem angehobenen Zylinderventil zunächst senkrecht nach unten in den Entnahmestollen ein und wird dann in die wagrechte Richtung des Stollenzuges gelenkt. Die sechs Einlauföffnungen werden durch Feinrechen mit Fangkörben verdeckt, die zum Reinigen während der Betriebspausen mit Hilfe des genannten Windwerkes in Führungen an der Außenseite des Turmes über Wasser gezogen werden können.[1])

Nach den ersten 270 m Stollenlänge wird ein weiterer Satz Abschlußvorrichtungen eingeschaltet in Gestalt der bereits erwähnten Kugelschieber, und zwar erhält der Schwarzenbachstollen zwei derartige Kugelschieber von 1900 mm l. W., während die hier anschließende Ueberleitung von der zukünftigen Raumünzachsperre durch einen Kugelschieber von 2300 mm l. W. verschlossen werden kann. Diese drei großen Kugelschieber, die durch Elektromotoren betätigt werden, finden in einer unterirdischen, im Felsen ausgesprengten Kammer Platz und sind zu beiden Seiten durch Blechrohre in die mit entsprechenden Uebergängen ausgebildete Stollenstücke eingebunden. Die mit einem Laufkran versehene Schieberkammer selbst ist durch einen 60 m hohen Schacht mit der Oberfläche verbunden, über dem ein elektrisch betriebener Aufzug angeordnet wird. Der Entnahmestollen bis zur Schieberkammer und der eigentliche Stollen von hier bis zu dem Wasserschloß des Schwarzenbachwerkes erhält Kreisform von 3,0 m Durchmesser. Um ihn gegen den außerordentlich hohen Innendruck von 6 at wasserdicht zu machen, werden ganz besondere Maßnahmen zur Dichtung der Betonauskleidung getroffen, die eine Wiederholung der mit ähnlichen Druckstollen gemachten ungünstigen Erfahrungen möglichst vermeiden sollen.

An das Wasserschloß von rd. 65 m Gesamthöhe, das aus einer oberen und einer unteren Kammer und einem 10,0 m weiten Steigschacht besteht, schließt mit einem 140 m langen Vorstollen die aus zwei Strängen bestehende Druckrohrleitung an, die zunächst noch auf eine größere Strecke im Stollen eingebunden ist. Vor dem Uebergang der Rohrleitung in die Steilstrecke wird in jeden der beiden Stränge eine Drosselklappe mit Gewichtsakkumulator-Betätigung eingebaut; diese kann durch elektrische Fernsteuerung vom Krafthaus aus oder sebsttätig durch eine pendelnd im Rohr-

*) Mit gütiger Erlaubnis der Schweizerischen Bauzeitung und des Verfassers. Vgl. Schweiz. Bauztg. Bd. 82, Nr. 3 und 4.

[1]) Der mechanische Teil der beschriebenen Verschlußeinrichtung und Rechenanlage wird von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., Werk Gustavsburg geliefert.

Digitized by Google

innern aufgehängte Stauscheibe in Tätigkeit gesetzt werden, sobald durch einen Bruch in der Rohrleitung die Wassergeschwindigkeit über das normale Höchstmaß von rd. 4,4 m an dieser Stelle steigt. Das Akkumulatorgewicht wirkt unmittelbar auf einen Hebel der Drosselklappenachse und wird durch einen unter ihm angeordneten Preßölzylinder angehoben, der nach Auslösung einer Verriegelung, die das Gewicht in der Höchstlage hält, als Bremszylinder das zu rasche Absinken des Gewichtes beim Abschluß der Drosselklappe verhindert. Mit Rücksicht auf die zwei vorerwähnten Stollenabschlüsse erscheint nur je eine Drosselklappe, die in der Hauptsache als Notverschluß zu wirken hat, an dieser Stelle ausreichend.

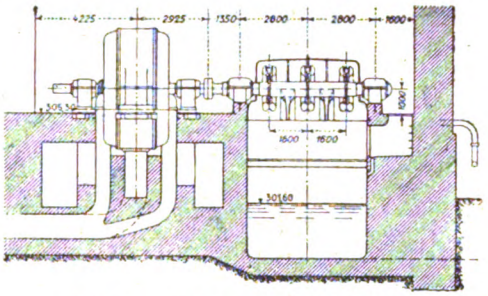


Abbildung 3. Schnitt der E.W.C-Turbine

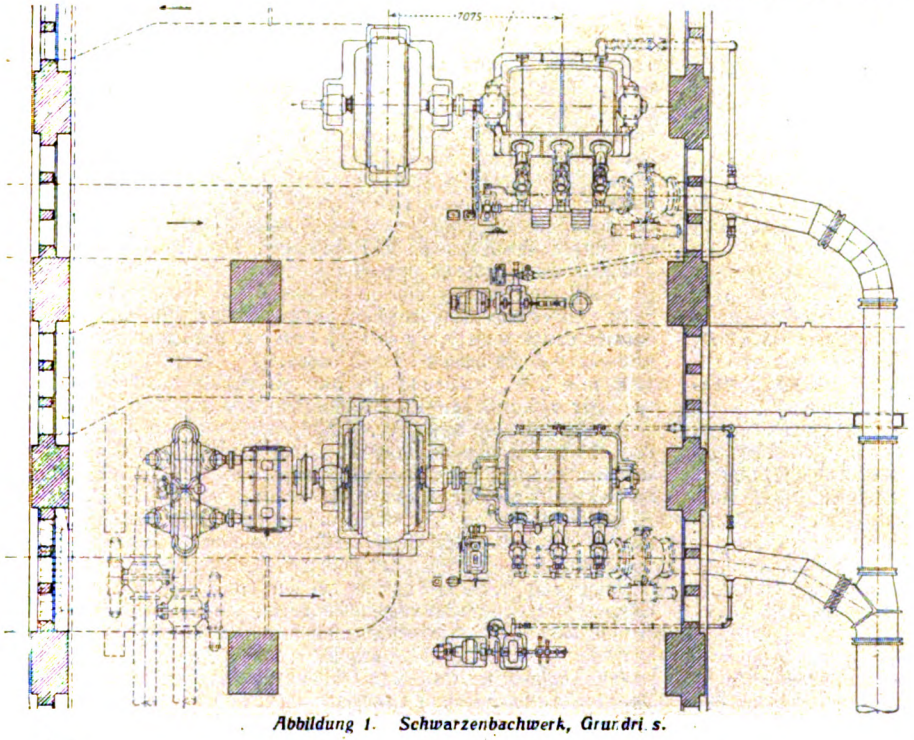


Abbildung 1. Schwarzenbachwerk, Grundriß.

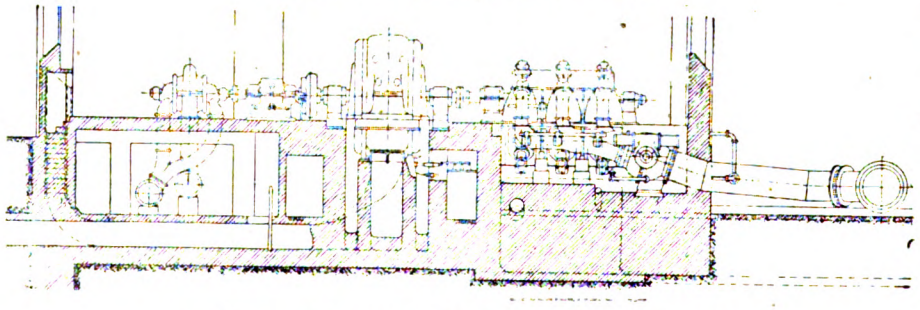


Abbildung 2. Schnitt vor der Voith-Turbine (Speicherpumpensatz).

Von den beiden Parallelsträngen der Schwarzenbach-Leitung wird zunächst nur der eine verlegt,[2]) vom zweiten nur diejenigen Teile, die mit Brückenbauwerken usw. zusammenhängend jetzt gleich miteingebaut werden müssen. Die im Grundriß geradlinige Rohrleitung hat eine Länge von rd. 806 m und ist eingeteilt in 3 Zonen von 2,00, 1,80 und 1,60 m l. W. Die Wandstärke der mittels Wassergas überlappt geschweißten Rohre wächst von 12 mm auf 37 mm an. Für die Verbindung der im Mittel 8,0 m langen Rohre werden ein- bis dreireihige konische und zylindrische Nietmuffen, an den Rohrkrümmern Bundflanschen verwendet. Jeder Rohrstrang ist in neun Fixpunkten verankert, unterhalb deren jeweils ein Ausdehnungsstück eingeschaltet ist. Für die Montage der Schwarzenbach-Rohrleitung wird die zum gleichen Zweck beim ersten Ausbau des Werkes angelegte Standseilbahn bis zum oberen Wasserschloss verlängert. Die Druckrohrleitung geht an der Flußseite des Krafthauses in eine Verteilrohrleitung über, an welche die Turbineneinlaufrohre schräg angeschlossen sind; auch sonst ist bei der Formgebung der Verteilrohre und Turbineneinläufe auf möglichst günstige hydraulische Formen größter Wert gelegt, da bei Nichtbeachtung dieser Forderung außerordentlich hohe Druckverluste sich ergeben, was durch genaue Messungen mittels des Differentialmanometers nach Prof. Reichel (vgl. „Z. V. D. I." 1911, S. 1361) an der Verteilrohrleitung des ersten Ausbaues auch zahlenmäßig festgestellt wurde.

Die zunächst aufzustellenden zwei Maschinensätze des Schwarzenbachwerkes, die aus dem ersten Rohrstrang gespeist werden, finden in einem Erweiterungsbau des bestehenden Krafthauses oberhalb Forbach Aufstellung (Abb. 1 bis 3). Jeder dieser beiden großen Maschinensätze besteht aus einer Drillings-Freistrahlturbine[3]) mit je zwei Düsen vor jedem der drei Laufräder, die vertragsgemäß bei einem höchsten Nutzgefälle von 357 m eine Vollleistung von 25 800 PS ergeben soll. Zufolge der bei der hohen Leistungsfähigkeit der beiden Lieferfirmen zu erwartenden Wirkungsgrad-Überschreitung dürfte eine Volleistung von mindestens 27 500 PS erreicht werden. Die Anordnung mit drei Laufrädern und je zwei Düsen wurde gewählt, um mit Rücksicht auf die Kosten der Generatoren eine möglichst hohe Drehzahl, nämlich 500 in der Minute, zu erreichen. Trotz der Verteilung der Vollwassermenge auf insgesamt sechs Düsen ergibt sich unter den vorliegenden Verhältnissen noch ein verhältnismäßig sehr rasch laufender Freistrahl-Turbinentyp mit einer spezifischen Drehzahl $n_s = 23$. Es ist zwar bei den bekannten Versuchen von Reichel & Wagenbach („Z. V. D. I." 1914, S. 441, und 1918, S. 822) die Erweiterung des Verwendungsbereiches der Freistrahl-Becher-Turbine bis auf eine spezifische Drehzahl von 35 erwiesen worden; diese extrem hohe „Schnellläufigkeit" läßt sich jedoch nur bei ver-

[2]) Die Lieferung ist der Firma Thyssen & Cie., Mühlheim-Ruhr, die schon die aus zwei Strängen bestehende Leitung des ersten Ausbaues geliefert hat, und zwar nach Ausführungszeichnungen der Firma Escher Wyss & Cie. übertragen, wobei diese auch noch die Rohrmontage besorgt.

[3]) Turbine I ist der Firma J. M. Voith, Heidenheim a/Br., Turbine II an Escher Wyss & Cie., Ravensburg in Auftrag gegeben.

Digitized by Google

An unsere Leser!

Die Wasserkraft erscheint am 1. Februar 1924 wieder wie früher zweimal monatlich. Der Bezugspreis beträgt vierteljährlich Mk. 3.—. Da jedoch im Januar nur ein Heft erscheint, ermässigt sich im ersten Vierteljahr der Bezugspreis auf Mk. 2.50. Wir bitten um sofortige Einsendung dieses Betrages auf unser Postscheckkonto München 15109. ////////////////////////// Richard Pflaum Verlag A.G.

hältnismäßig kleinen Rädern durchführen, wo die Befestigung der einzelnen Becher auf der Radscheibe noch eher möglich ist. Bei den großen Schwarzenbach-Turbinen macht die natürlich nicht sicher genug auszuführende Befestigung der Doppelbecher schon einige Schwierigkeiten. Die Aufgabe wurde bei der Turbine von Escher, Wyß & Cie. (vergl. Abbildung 3) in der Weise gelöst, daß die einzelnen Doppelbecher auf angeschmiedete Flanschen der Turbinenwelle gesetzt, mit diesen verschraubt und untereinander verkeilt werden. Die Firma J. M. Voith dagegen befestigt die Doppelbecher mittels Verschraubung und Verkeilung auf besonderen Radscheiben aus Stahlguß. Die drei Laufräder werden nach Entfernung des gußeisernen Gehäuse-Oberteiles zugänglich; im Gehäuse-Unterteil sind zwischen den einzelnen Laufrädern Trennwände eingebaut. Ein unter den Laufrädern fest eingebauter Eisenrost, der durch eine Einsteigöffnung zugänglich ist, bietet einen sicheren Stand für Arbeiten an den Laufrädern, Düsen usw. Der Abfallschacht unterhalb der Turbine ist teilweise mit Blech gepanzert, im übrigen mit Stahlbeton bewehrt. Jede Turbine besitzt einen eigenen Auslauf, an dessen Ende ein festes Ueberfallwehr für Meßzwecke eingebaut ist. Auch zum Abschluß der beiden großen Turbinen werden Kugelschieber zwischen die Zulaufrohre und die mit möglichst günstigen hydraulischen Formen ausgebildeten Verteilrohre mit den sechs Düsenansätzen eingeschaltet.

Die Regulierung der beiden Turbinen erfolgt nach der jetzt für größere Freistrahlturbinen allgemein üblichen Art mit Hilfe einer Doppelregulierung in der Weise, daß bei Entlastungen die Wasserstrahlen zunächst mit großer Geschwindigkeit aus dem Bereich der Laufradschaufeln abgelenkt werden, während der freie Ausflußquerschnitt durch Verschiebung der Düsennadeln langsam verkleinert wird. Durch diese langsame Verkleinerung des Düsenquerschnittes und entsprechende allmähliche Verzögerung der bewegten Wassermasse in der Druckleitung kann die Drucksteigerung im Höchstfall auf 10% beschränkt werden. Bei rasch zunehmender Belastung wirkt nur die Düsenregulierung, jetzt aber mit größerer Geschwindigkeit. Die Bewegungen der Düsennadeln und der Strahlablenker müssen so zusammenhängen, daß diese immer unmittelbar am Strahl anliegen und ohne Leerlauf in diesen einschneiden können.

In der konstruktiven Ausführung der Doppelregulierung unterschieden sich die beiden Lieferungen derart, daß der JMV-Doppelregler mit einem Doppelservomotor versehen ist, dessen Bewegungen mechanisch auf die Nadeldüsen und Strahlablenker übertragen werden. Dagegen besitzen bei der EWC-Turbine die oberen Düseneinläufe unmittelbar aufgebaute eigene Servomotoren, die mechanisch mit den unteren Düsen gekuppelt sind. Die Strahlablenker dagegen werden von einem besonderen selbständigen Regler aus betätigt, der auch die Ventile der einzelnen Düsenregulierungen steuert. Diese letzte Konstruktion ermöglicht es auch, je eine obere und eine untere Düse zusammen ganz abzuschalten, was infolge der Verteilung der Wassermenge statt auf sechs auf nur vier, schließlich zwei Düsen eine Verbesserung der Wirkungsgrade bei kleinen Beaufschlagungen bedeutet. Die Fliehkraftpendel der Regler werden durch Riemen von der Turbinenwelle aus angetrieben, während das Drucköl für die Servomotor-Betätigung von einer eigenen, unten beschriebenen Druckölanlage geliefert wird. Unmittelbar neben dem Regler der großen Turbine stehen die Instrumentensäulen und die Steuersäulen für die Betätigung des Kugelschiebers und von Bremsdüsen, die zur raschen Stillsetzung der abgeschlossenen Turbine, besonders in Gefahrfällen dienen. Die Steuerung der Bremsdüsen erfolgt durch einen entlasteten Ringschieber.

Die Turbinenwellen ruhen in zwei Lagern, von denen das äußere als Bundlager ausgebildet ist. Neben Ringschmierung besitzen diese Lager ebenso wie die Generatorlager noch eine Spülölschmierung. Das mit einem Druck von 1 bis 2 Atm. an geeigneter Stelle der Lagerschalen eingeführte Spülöl wird gleichfalls von der Oelversorgungsanlage geliefert. Die Turbinenwelle ist mit der Generatorwelle durch Kuppelflanschen starr verbunden.

Jede der großen Turbinen besitzt eine Hilfsturbine von 300 PS Höchstleistung und 1090 Uml/min. Diese Hilfsturbinen sind gleichfalls als Freistrahlturbine mit einem Strahl ausgebildet und mit einem einfachen, nur auf Düsenverstellung wirkenden Geschwindigkeitsregler versehen. Sie treiben einerseits je eine Gleichstrom-Dynamo für die Erregung der großen Generatoren, andererseits verschiedene Oelpumpen an, und zwar je eine Zahnräderpumpe für die Lieferung des Reglerdrucköles, ferner eine solche für die Förderung des Spülöles zur Schmierung und Kühlung der Maschinenlager und schließlich eine mit einer ausrückbaren Kupplung angeschlossene zweiteilige Hochdruckpumpe. Diese letzte hat den Zweck, geringe Mengen Drucköl von 30 bis 40 Atm. Druck vor dem Anlassen der Maschinen unter die schwer belasteten Generatorlager zu drücken, sodaß diese schon im Augenblick des Anlaufes an der Lagerstelle des Wellenzapfens mit Oel versorgt sind. Auch beim Auslaufen werden die Generatorlager mit Drucköl versorgt, wenn die Schmierringe nicht mehr genügend Oel fördern. Sowohl das Regleröl als auch das Lagerschmieröl wird durch in die Oelbehälter eingelegte Kühlschlangen, bezw. durch einen besonderen Röhrenkühler gekühlt; das Kühlwasser wird dem Ablauf der Hilfsturbine entnommen. Durch Anordnung eines mit einer nachgiebigen Kupplung verbundenen Schwungrades zwischen Hilfsturbine und Gleichstrom-Dynamo konnten die Reguliervorhältnisse für diesen Hilfsmaschinensatz sehr günstig gestaltet werden.

Die Drehstrom-Generatoren der beiden großen Maschinensätze werden für 20 000 kVA Leistung und 10 000 Volt Maschinenspannung [4]) in ganz geschlossener Bauart gebaut. Die Kühlluft wird dem Innern der Generatoren durch be-

[4]) Der Generator zur JMV-Turbine wird von den Siemens-Schuckert Werken, der zur EWC-Turbine von Brown, Boveri & Cie., Mannheim geliefert.

Digitized by Google

sondere Frischluftkanäle von der Bergseite her zugeführt, die Warmluft durch getrennte Kanäle ins Freie abgeleitet; ein Teil der Warmluft kann zur Heizung des Maschinenhauses in dieses geleitet werden. Um bei Brandfall die Frischluftzuführung sofort abzuscheiden, können die beiden Luftkanäle durch Fallklappen selbsttätig oder durch Handeingriff augenblicklich verschlossen werden.

Beim Schwarzenbachwerk bietet sich in hervorragender Weise Gelegenheit, mit Hilfe von Ueberschußstrom aus dem ersten Ausbau oder aus fremden Kraftwerken Murgwasser in die hochgelegene Schwarzenbachsperre zu pumpen und so den sonst minderwertigen oder ganz verloren zu gebenden Ueberschußstrom in hochwertigen Bedarfsstrom zu verwandeln. Das Besondere der Hochdruck-Speicherung des Schwarzenbachwerkes liegt darin, daß den Speicherpumpen das Förderwasser unmittelbar aus der Rohrleitung des ersten Ausbaues, also mit etwa 14 bis 15 Atm. Druck zugeführt und dieses nur um den Höhenunterschied bis zum Talsperren-Wasserspiegel hochgedrückt wird. Für die Hochdruckspeicherung stehen natürlich die Turbinen-Rohrleitungen zur Verfügung, es bedarf also nur der Aufstellung der Pumpen selbst. Vorerst kömmt eine Speicherpumpe zur Aufstellung, die für die Förderung von 2 m³/sek Wasser gegen einen Druck von 183 bis 252 m bemessen wird. Der große Unterschied in den Förderhöhen ergibt sich aus den in weiten Grenzen schwankenden Wasserspiegeln im Sammelbecken bezw. in der Talsperre. Bei einer Antriebsleitsung bis zu 10 000 PS stellt die erste Speicherpumpe des Schwarzenbachwerkes weitaus die größte überhaupt ausgeführte Hochdruckpumpe dar, wie auch die beiden Schwarzenbach-Turbinen die s. Zt. größten Wasserkraft-Maschinen des europäischen Festlandes sind. Die mit dem JMV-SSW-Maschinensatz zu kuppelnde EWC-Pumpe wird nicht unmittelbar mit 500 Uml/min, sondern unter Zwischenschaltung eines hochwertigen Stirnrädergetriebes mit Zwischenrad mit 1000 Uml/min angetrieben. Da es für den Betrieb außerordentlich günstig erscheint, unmittelbar vom Kraft- in den Pumpenbetrieb überzugehen, ohne also die große Maschine still zu setzen und den zum Antrieb der Pumpe als Motor arbeitenden Generator von neuem an das Netz schalten zu müssen, wird für den Anschluß der Speicherpumpe eine elektromagnetische Kupplung benützt; auch diese Kupplung stellt bis jetzt die bei weitem größte Ausführung dar.[5]) Das erwähnte Rädergetriebe besteht aus einem Antriebsrad, einem gleich großen Zwischenard und zwei zu beiden Seiten derselben angeordneten halb so großen Ritzeln, die über nachgiebige Lederpaket-Kupplungen mit den beiden parallel geschalteten Pumpenhälften gekuppelt werden. Die vier Räder des Getriebes erhalten Pfeilverzahnung, die arbeitenden Zahnflanken werden dauernd durch einen vor die Eingriffstellen gespritzten Oelstrahl geschmiert und gekühlt. Für die Erzeugung dieses Drucköles dient eine unmittelbar mit einer Ritzelwelle gekuppelte Zahnräderpumpe, die das angesaugte Drucköl zunächst durch einen Röhrenkühler und dann auf die Eingriffstellen der Zahnräder und in die Lager der Zahnräderachsen drückt. Das Rädergetriebe ist in einem sehr kräftig gebauten Gehäuse eingebaut, dessen Oberteil zur Nachschau an denRädern abgehoben werden kann. Die in der gleichen wagrechten Ebene auf dem Gehäuesunterteil aufgestellten Lager der vier Zahnräder erhalten gleichfalls Druckölschmierung. Vor dem Anlaufen des Getriebes werden mit Hilfe einer besonderen kleinen Räderpumpe die Eingriffstellen der Räder mit Oel benetzt. Die kleine Hilfsölpumpe wird von einem Drehstrommotor getrieben, der gleichzeitig den Anlasser der Magnetkupplung mit einer gewissen zeitlichen Verschiebung betätigt, sodaß die Kupplung erst eingerückt werden kann, wenn die Zahnflanken bereits vorgeschmiert sind.

Die große Speicherpumpe[6]) besteht, wie bereits erwähnt, aus zwei parallel geschalteten Einzelpumpen für je 1 m³ Förderleistung. Jede der Einzelpumpen ist als zweistufige Doppelpumpe mit beidseitigem Zulauf und mittlerem Ablauf ausgebildet, das mittlere Pumpengehäuse erhält Spiralform und besteht wie die hauptsächlichen Pumpenteile aus Stahlguß. Die vier getrennten Einläufe und die beiden Abläufe werden durch Gabelrohre in je einen gemeinscaftlichen Rohrstrang vereinigt. Auch hier werden auf der Zulauf- und der Druckseite Kugelschieber mit 850 mm l. W. in Stahlguß, mit hydraulischer Betätigung, eingebaut. Die ganze Pumpe wird zunächst behelfsmäßig an die wasserseitige Verteilrohrleitung des ersten bezw. zweiten Ausbaues angeschlossen, bei späterer Aufstellung weiterer Pumpen wird eine besondere Pumpenverteilrohrleitung auf der Bergseite des Krafthauses verlegt. Für eine Zentrifugalpumpe als Speicherpumpe liegen insofern besonders ungünstige Verhältnisse vor, als nicht nur die Fördermenge entsprechend der in weiten Grenzen veränderlichen, verfügbaren Ueberschußkraft für Speicherzwecke gleichfalls sehr wechselnd ist, sondern weil auch die Förderhöhe entsprechend den wechselnden Wasserständen in der Talsperre zwischen den erwähnten weiten Grenzwerten schwankt. Für die Einregulierung einer Zentrifugalpumpe auf bestimmte Förderverhältnisse bediente man sich bisher fast ausschließlich der Drosselung auf der Druckseite der Pumpe mit Hilfe eines Absperrschiebers oder eines besonderen Drosselorganes. Da hierbei im vorliegenden Fall unter Umständen sehr große Energiemengen durch Drosselung vernichtet werden müßten, entschloß man sich nach dem Vorschlag der liefernden Firma Escher, Wyß & Cie. zur Ausführung der Pumpe mit verstellbaren Leitapparaten, nach Art der Finkschen Drehschaufelregulierung von Francis-Turbinen, wobei natürlich den umgekehrten Stromverhältnissen in der Pumpe durch besondere Ausführung der Drehschaufeln Rechnung getragen wird. An Stelle der bekannten, bei gewöhnlichen Zentrifugalpumpen ein für allemal festliegenden Q-H-Kurve (Charakteristik der Pumpe) kommt bei der Drehschaufelregulierung jeder neuen Stellung der Leitapparate eine besondere Charakteristik zu und man erkennt leicht, daß man eine derartige Pumpe mit Hilfe der Drehschaufelregulierung auf jeden Betriebspunkt bis herab auf sehr kleine Fördermengen einstellen kann, ohne in einem besonderen Drosselorgan, wie bisher, Druckhöhe vernichten zu müssen. Besonders wertvoll erschien im vorliegenden Fall die Drehschaufelregulierung der Pumpe deshalb, weil sie schon die Verarbeitung kleiner Fördermengen, also die Aufnahme kleiner Ueberschußleistungen gestattet, während man bekanntlich bei Zentrifugalpumpen mit festen Leitapparaten über einen gewissen Punkt der Q-H-Kurve nicht zurückgehen darf. Ueber die konstruktive Ausführung der großen Speicherpumpe sei noch bemerkt, daß sämtliche Bewegungseinrichtungen für die Drehschaufeln nach Art der Außenregulierung bei Francis-Turbinen zugänglich sind.

Eine besondere Verfeinerung soll die in ihren Ausmaßen und in ihrer Leistung besonders hervorragende Speicherpumpe des Schwarzenbachwerkes noch dadurch erhalten, daß die Einstellung der Förderung entsprechend der jeweils vorhandenen Ueberschußleistung selbsttätig erfolgen soll. Jede elektrische Ueberschußleistung im Netz macht sich in einer Erhöhung der Drehstromfrequenz bemerkbar und umgekehrt. Es liegt nahe, diese Frequenzänderungen infolge Leistungsüberschuß oder -Mangel für die Einleitung einer entsprechenden Regulierbewegung an der Pumpe auszunützen. Im großen und ganzen gleicht die geplante Pumpenregulierung der selbsttätigen Geschwindigkeitsregulierung einer Turbine, nur tritt an Stelle des beim Turbinenregler üblichen mechanischen Antriebes des Fliehkraftpendels beim Pumpenregler der Antrieb durch einen kleinen Synchronmotor, der auf jede Frequenzänderung des Drehstromnetzes anspricht. Pendel, Steuerventil, Servomotor und Rückführung entsprechen grundsätzlich den gleichen Teilen am Turbinenregler.

Die Zuschaltung der Speicherpumpe zu dem in Betrieb befindlichen Motor-Generator erfolgt von einem besonderen Anlaß-Schaltkasten aus mittels der erwähnten Magnetkupplung durch wenige zwangläufige Schaltbewegungen: Anlassen des Hilfsmotors, Vorschmierung der Getriebezahnflanken und Lager, Einschalten der Kupplung mit unveränderlicher Schaltgeschwindigkeit, selbsttätiges Abschalten des Hilfsmotors, darauf Bedienung der Pumpe und Einstellung auf selbttätige Leistungsregelung.

Außer der jetzt aufzustellenden 2 m³ Pumpe ist für später die Aufstellung einer 2 oder 3 m³ Pumpe zum Anschluß an

[5]) Ausführung der Magnetwerke G. m. b. H., Eisenach.
[6]) Ausführung der Firma Escher Wyss & Cie., Ravensburg; das Rädergetriebe ist bei Fried. Krupp A.-G., Essen bestellt.

Digitized by Google

den zweiten großen Maschinensatz und ferner die Aufstellung eines durch einen besonderen Drehstrommotor angetriebenen 2 m³ Doppelpumpensatzes geplant.

Der Wirkungsgrad der beschriebenen Hochdruckspeicherung beträgt für den Fall, daß Murgwasser, das sonst im ersten Ausbau verarbeitet werden könnte, zwecks Erzielung einer besseren Ausnntzung zu einem gelegeneren Zeitpunkt in der Schwarzenbachsperre aufgespeichert wird (Stromveredlung), etwa 50 Proz., während die Speicherung von überschüssigem Murgwasser, das wegen zu geringem Fassungsvermögen des Sammelweihers der ersten Ausbaustufe verloren gegeben werden müßte, einen Wirkungsgrad von etwa 80 Proz. ergibt.

Bei einer Ausbaugröße von vorerst 30 000 kW wird das Schwarzenbachwerk über 21 Mill. kWh hochwertigen Spitzenstrom liefern, weitere 6 Mill. kWh bringt die Hochdruckspeicherung mit der ersten 2 m³ Pumpe.

Für den weiteren Ausbau des Schwarzenbachwerkes nach Erstellung der zweiten Talsperre im Raumünzachtal ist die Aufstellung von zwei weiteren Maschinensätzen gleicher Art bezw. deren Zusammenfassung zu einer einzigen Maschine von über 50 000 PS Leistung geplant.

Einfluß der Schaufelformen von Francisturbinen auf die Saugrohrströmung

Von Ing. Karl Grün, Laibach.

Eine der wichtigsten Aufgaben des modernen Turbinenbaues ist die Ausbildung des Saugrohres derart, daß sich in demselben eine bedeutende Umsetzung von Geschwindigkeits- in Druckenergie erzielen läßt. Denn es ist ja bekannt, daß neben den größeren Strömungsverlusten infolge der verhältnismäßig größeren Geschwindigkeiten bei höheren spezifischen Drehzahlen auch der größere Austrittsverlust mit eine Ursache für die hierbei auftretenden kleinen Wirkungsgrade ist. Nun muß aber die große Strömungsgeschwindigkeit beim Eintritt in das Saugrohr unbedingt in Kauf genommen werden, soll eine größere Drehzahl erreicht werden. Eine nicht vermeidbare Folge hievon ist der damit etwa in der 2. Potenz angewachsene Strömungsverlust; vermeidbar wird es aber, die kinetische Energie selbst nicht verloren geben zu müssen, wenn es gelingt, die Strömung im Saugrohr derart zu bestimmen, daß um eben jenen Betrag, um welchen die kinetische Energie des Wassers beim Eintritt in das Saugrohr im Vergleich zu dem preisgebbaren Verlust zu groß ist, der Druck daselbst kleiner gehalten wird.

Bevor auf das eigentliche Ziel, das hier gesetzt ist, losgesteuert wird, mögen noch einige Worte über den hiebei sich abspielenden Vorgang Platz finden. Gewöhnlich wird dieser Vorgang mit dem Schlagwort „Rückgewinn im Saugrohr" bezeichnet. Wie jedes Schlagwort hat auch dieses seine Vorteile und Nachteile. Es ist sicherlich angenehm, einen ganzen Komplex von Begriffen, die dabei in Frage kommen, kurz benennen zu können, ohne stets sie alle selbst aufzählen zu müssen. Nachteilig ist aber auch hier, daß mit dem Schlagwort sich leicht falsche Vorstellungen einschleichen können. Das Wort „Rückgewinn" gibt leicht Anlaß zu der Meinung, daß bei dem betrachteten Vorgang ein schon verloren gegangener Energiebetrag von anderer Seite wieder zurückgegeben wird. Man liest demzufolge auch häufig von einer Unterscheidung des Laufradwirkungsgrades einer Turbine und dem der ganzen Turbine. Die Unterscheidung ist aber nicht nur notwendig, sondern sogar zweckwidrig. Die vom Laufrad aufgenommene Arbeit ist der Unterschied der in der Strömung vor und hinter dmeselben vorhandenen potentiellen und kinetischen Energie, wobei es für diesen Arbeitsbetrag bedeutungslos ist, wieviel hiebei auf dem einen, wieviel auf den anderen Anteil entfällt. Soll demnach auch bei größerer Geschwindigkeit hinter dem Laufrad der Wirkungsgrad hoch sein, so muß entsprechen der Druck kleiner sein.[1])

Da nun als unveränderlich gegeben der Druck am Ende des Saugrohrs, als atmosphärischer Druck, bezw. hiemit wieder der Druck am Anfang des Saugrohrs entsprechend den statischen Verhältnissen anzusehen ist, ist besser nicht die Frage zu formulieren, wie es möglich ist, bei der Strömung die Geschwindigkeit allmählich zu verringern, sondern vielmehr, wie eine Verringerung des Druckes erzielt wird. Beim Durchströmen des sich erweiternden Rohres wird entsprechend der Kontinuitätsgleichung stets die Geschwindigkeit kleiner werden, nicht wird aber der Druck stets zunehmen (Rohrachse horizontal gedacht), mit anderen Worten: Zu Beginn des Rohres wird der Druck nicht unbedingt kleiner sein als am Ende, oder auch mit Bezug auf das Turbinenrad: zu Rohranfang besitzt die Strömung einen zu großen Energieinhalt, falls die gewünschte Umsetzung nicht erreicht worden ist, das Rad selbst hat zu wenig Arbeit aufgenommen.

Wie weit der gewünschte Zweck auch verwirklicht ist, läßt sich in jedem Fall auch ziffernmäßig angeben, wenn — wie dies in der weiter unten zitierten Schrift von Andres geschehen ist — ein Rohrwirkungsgrad definiert wird. Bezeichnet h_1 den Druck zu Beginn des Rohres, gemessen in m WS, v_1 die Geschwindigkeit (m/sec), ebenso h_2 und v_1 für das Rohrende, so müßte für verlustfreie Strömung im Rohr mit horizontaler Achse

$$h_2 - h_1 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \quad \ldots\ldots\ldots (1a)$$

sein. Infolge unvermeidlicher Strömungsverluste ist stets, auch im zylindrischen Rohr, $h_2 - h_1 = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$. Insbesonders ist der Unterschied bedingt durch die unvollkommene Umsetzung von kinetischer in potentielle Energie, sodaß der Wirkungsgrad des Rohres

$$\eta' = \frac{h_2 - h_1}{\frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}} \quad \ldots\ldots\ldots (1b)$$

ein Maß für den Grad der Vollkommenheit dieser Umsetzung bietet.

Diesen möglichst groß zu erhalten, ist der gewöhnlich beschrittene Weg (Prašil, Schw. Bztg. 1903; Lorenz, Technische Hydromechanik) im Saugrohr eine Potentialströmung zu erzwingen. Diese ist im wesentlichen eine Parallelströmung. Nun zeigen weit durchgeführte Versuche (K. Andres, Versuche über die Umsetzung von Wassergeschwindigkeit in Druck, Heft 76 der Mittlg. üb. Forscharb. 1909), daß dies nicht der richtige Weg ist. Der Kernpunkt dieser Arbeit findet sich in folgenden Sätzen (S. 11): „Gleichförmig fließendes Wasser mit parallelen Stromfäden setzt am schwersten seine kinetische Energie in potentielle um; je höher die Wirbelung des Wassers ist, desto günstiger wird der Wirkungsgrad im Sinne dieser Abhandlung und die günstigsten Ergebnisse erhält man mit Wasser, welches eine um die Rohrachse drehende Bewegung besitzt." Dabei ist in Gleichung (1a) und (1b) nur mit der Axialkomponente der Geschwindigkeit eingegangen; dies ist auch in Uebereinstimmung mit der Festlegung für Turbinensaugrohre, denn nur aus der Axialkomponente bestimmt sich dessen Querschnitt, der möglichst klein gehalten werden soll.

Die Wirbelströmung in den untersuchten Rohren erzeugte Andres durch Einbau von Wirbel-, schraubenförmig gewundenen Blechen und dergl., während ein Siebblech eine Parallelströmung erzwingen ließ. Ein Auszug aus den angeführten Zahlentafeln gibt folgenden Vergleich:

	nichts eingeschaltet	1 Sieb	Wirbelblech	Schraubenblech
Rohr Nr. 3	0.854	—	0.861	0.964
Rohr Nr. 7	0.838	0.806	0.903	0.920
Rohr Nr. 19	0.719	0.665	0.732	0.706

[1]) So zeigt Dr. Bauersfeld in V. D. I. 1921 Heft 19 und 21, „Berechnung schnellaufender Kreiselräder" in dem Rechenbeispiel, daß das Laufrad einer Turbine hoher spezif. Drehzahl nicht allzu hoch über dem Unterwasser aufgestellt werden darf.

Digitized by Google

Rohr Nr. 3 hat die Dimensionen: kreisförmiger Querschnitt, d_{min} = 15 28 mm d_{max} = 45,2 mm, Länge = 215 mm. Rohr Nr 7: Kreisförmiger Querschnitt, d_{min} = 17,1 mm, d_{max} = 44,9 mm, Länge = 260 mm, gerade Erweiterung Rohr Nr. 19 hat rechteckigen Querschnitt gleichbleibender Breite mit langsam zunehmender Erweiterung.

Wichtig ist auch hiezu die Bemerkung (S. 9): „Jedes Rohr hat innerhalb der für die Versuche geltenden Geschwindigkeitsgrenzen von 10 bis 40 m/sec einen bestimmten Wirkungsgrad, welcher nur durch den Wirbelungszustand des durchströmenden Wassers verändert wird." Daraus dürfen wir den Schluß ziehen, daß kleinere Geschwindigkeiten nicht sofort auch größere Erweiterungswinkel zulassen. Nicht nur wird der Wirkungsgrad schlechter bei absichtlich parallelgeführten Fäden (Siebblech), auch die Neigung zum Ablösen wird dann größer. Die Schraubenbewegung wird für uns besonders wertvoll, wenn verhältnismäßig große Erweiterungen ausgeführt werden sollen. Daß es die wohlgeordnete Bewegung nach den Schraubenflächen ist, die die gute Umsetzung ermöglicht, erkennt man aus den zu Rohr 19 gehörigen Versuchswerten: im rechteckigen Querschnitt kann sich diese nicht richtig entwickeln.

Die Erklärung hiezu läßt sich recht einfach geben. Bei der schraubenförmigen Bewegung kann keine Ablösung eintreten, denn sobald jedes Teilchen an der Rotation teilnimmt, wird es durch den Trägheitswiderstand nach außen gedrängt und folgt dem, sobald nur hiezu Platz ist.

Nun ist ohne weiteres möglich, den Austritt aus dem Laufrade der Francisturbine so zu gestalten, daß die Strömung im Saugrohr tatsächlich in Schraubenlinien vor sich geht. Es ist dazu nur der sogenannte rechtwinklige Austritt (absolute Austrittsgeschwindigkeit $c_2 \perp$ Umfangsgeschwindigkeit u_2) aufzugeben und, wie vielfach vorgeschlagen, wieder zum schiefwinkligen Austritt zurückzukehren. Allerdings wird sich zeigen, daß keine der bisher angegebenen Bedingungen (z. B. $w_2 = u_2$ d. h. Austrittsdreieck sei gleichschenkelig, oder $c_2 = w_2$, d. h. kleinste absolute Austrittsgeschwindigkeit bei vorgeschriebener Richtung von c_2) ausreicht. Vorerst seien jedoch die Gründe zusammengestellt, die den senkrechten Austritt als vorteilhaft erscheinen lassen. Für eine verlangte Geschwindigkeit c_2 zu Beginn des Saugrohres erhält man den kleinsten Querschnitt, wenn dieser senkrecht durchflossen wird; d. i. also nach früherem nur gut. Wenn in allen Punkten des ersten Querschnittes, durch die Schaufelform und die entsprechende Tourenzahl des Laufrades erzwungen, die Geschwindigkeit durchwegs gleich groß und von derselben Richtung ist, dann ist auch die sichere Gewähr dafür gegeben, daß im ganzen Rohr die wirbelfreie Strömung erhalten bleibt. Allerdings ist hiemit — wie erwähnt — der Nachteil verbunden, daß gewissermaßen jede innere Ursache fehlt, nach welcher das Wasser der Erweiterung folgen sollte. Beim schiefwinkligen Austritt wird aber keine geordnete Strömung erzielbar sein; man möge sich nur eine Wendeltreppe vorzustellen versuchen, deren einzelne Stufen innen dieselbe Trittbreite besitzen, wie außen. Dazu käme man nämlich, wenn man die Richtung des schiefwinkligen Austritts (d. h. $\sphericalangle\, a_2$) über den ganzen Austrittsbogen konstant hielte. Man sieht nun leicht ein, daß bei dieser Art der Anfangsbedingung für die Strömung ein Durcheinanderdrängen der einzelnen Wasserfäden erfolgen wird, außerdem käme es zu starken Verschiebungen relativ zwischen den einzelnen Teilchen, es wird dann sicherlich nicht mehr zulässig sein, für die Beschreibung der Strömung das Bild der Wasserfäden zu gebrauchen.

Aus dieser Gegenüberstellung folgt auch, daß weder beim senkrechten Austritt, noch bei dem nach einem gleichschenkligen Dreieck die besten Wirkungsgrade erzielt werden. Dieses Ergebnis findet sich in der Veröffentlichung von Camerer Z. d. V. d. I. 1911 S. 933. Nach Fig. 16 bezw. Zahlentafel 2 der angegebenen Stelle liegt der beste Wirkungsgrad bei einer Beaufschlagungsmenge, die etwas größer ist als jene, die aus der Rechnung für senkrechten Austritt folgt, bezogen auf Austrittsmitte und den am fertigen Rad gemessenen Kanalweiten. Daß die Wassermenge da noch größer erscheint, berechtigt zu dem Schluß, daß der Entwurf nach Austrittskante dem in Bezug auf Austrittsmitte vorzuziehen ist. Das wichtigste Ergebnis dieser Versuche ist aber doch, daß bei gewöhnlich entworfenen Schaufeln der senkrechte Austritt noch die besten Verhältnisse gibt, sonst macht sich der Einfluß des Saugrohrs störend bemerkbar; dies allerdings eine Folgerung, die an der genannten Stelle nicht gezogen wurde.

Es handelt sich also jetzt um folgende Fragen:

Welche Bedingungen erwiesen sich als notwendig, um die Drehbewegung des Wassers im Saugrohr, welche als Hilfsmittel zur Vermeidung des Loslösens bei erweitertem Rohr erkannt wurde, zwanglos zu erreichen? Wie sind die Schaufeln zu entwerfen, damit die gesuchte Bewegung zustande kommt? Wie wirkt diese Bewegung auf die Druck- und Geschwindigkeitsverhältnisse im Laufradein- und Austritt?

Zur Kennzeichnung der Saugrohrströmung möge folgendes Bild herangezogen werden. Es werde nochmals auf dies schon einmal verwendete Gleichnis mit einer Wendeltreppe zurückgegriffen. Stellen wir uns eine größere Menschenmenge vor, die, gleichmäßig über die ganze Breite der Stufen verteilt, die Treppe nach abwärts gehet. Nun soll die Bewegung so vor sich gehen, daß keiner aus dieser Menge durch den anderen behindert wird, keiner zurückgedrängt und zur Seite gestoßen werde. Das wird der Fall sein, wenn alle jene, die eine Stufe gleichzeitig überschreiten, stets auf derselben Höhe bleiben, dazu muß weiters die Geschwindigkeit der einzelnen im Vorschreiten um so größer sein, je weiter außen sie sich befinden.

Repräsentiert nun jeder einzelne dieser Menge einen Wassertropfen, so folgt aus dieser Darlegung:

1. die einzelnen Wasserfäden müssen Schraubenlinien folgen, die einer flachgängigen Schraubenfläche angehören.

2. Wasserteilchen, die einen achsensenkrechten Querschnitt gleichzeitig durcheilen, müssen sich stets in einem achsensenkrechten Querschnitt wiederfinden.

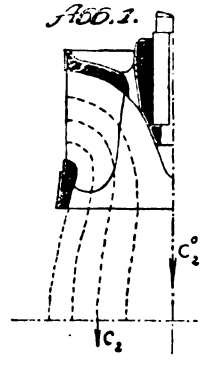
Die mathematische Formulierung dieser Bedingungen lautet:

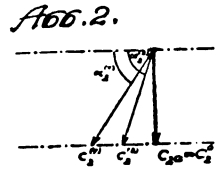
1. Der Austrittswinkel darf über einen Halbmesser hin nicht von gleichbleibender Größe sein, denn es ist für alle Schraubenlinien einer flachgängigen Schraubenfläche die Ganghöhe gleich, somit:

$$tg\, a = \frac{h}{D\,\pi} = \frac{const}{D} \quad \ldots\ldots\ldots (2a)$$

d. h. die goniometrische Tangente des Austrittswinkels ist dem Austritts-Durchmesser verkehrt proportional.

2. Die Axialkomponente der Geschwindigkeit muss in allen Punkten eines achsensenkrechten Querschnittes gleich groß sein, und zwar gleich der Geschwindigkeit des Teilchens, das direkt der Achse folgt. Findet sich nämlich tatsächlich ein solches, was nur bei nicht durch das Saugrohr





gehender Welle der Fall ist, so durfte dieses dort, wo es den Schaufelbereich verläßt, nur eine meridional gerichtete Geschwindigkeit besitzen.

Nach dem bekannten Verfahren des Einzeichnens der Flutlinien bzw. deren Zirkularprojektionen läßt sich ohne weiteres der Winkel angeben, der jedem Wasserfaden zuzuordnen ist. Man hat die Flutlinien nur soweit zu führen, bis ein zylindrischer Teil des Saugrohransatzes (Abb. 1)

Digitized by Google

erreicht ist und für den größten Durchmesser den Steigungswinkel der Schraubenlinie, d. i. dann auch der absolute Austrittswinkel α_2, zu wählen, während sich für jeden anderen der Winkel α_2 berechnen läßt aus:

$$tg\ \alpha_2' = \frac{D}{D'} \cdot tg\ \alpha_2 \quad \ldots\ldots\ldots (2b)$$

Die Geschwindigkeiten in einem achsensenkrechten Querschnitt folgen dem Gesetz:

$$c_2\ sin\ \alpha_2 = c_{2a} = c_2^0 = const \quad \ldots\ (Abb\ 2)$$

Wird der Sinus des Winkels durch seine Tangente ausgedrückt, so wird

$$c_{2a} = c_2 \frac{k}{\sqrt{k^2 + r^2}} = const$$

Im Saugrohr besitzt auch jedes Wasserteilchen eine Umfangskomponente, und zwar von der Größe:

$$c_{2u} = c_2\ cos\ \alpha_2 = c_2 \frac{r}{\sqrt{k^2 + r^2}}$$

Mit $c_{2a} = const$ ist ebenso auch $\frac{c_2}{\sqrt{k^2 + r^2}}$ const, folglich läßt sich die Umfangskomponente darstellen als:

$$c_{2u} = k_1 \cdot r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

welche Beziehung sich direkt aus dem vorher erwähnten Gleichnis hätte hinschreiben lassen.

Im Saugrohr soll in der axialen Richtung allmählich eine Verzögerung stattfinden. Wird wie üblich die Saugrohrachse als z-Achse eines Koordinatensystems gewählt, so läßt sich die Axialkomponente, die über einen Querschnitt genommen konstant, längs der Achse des Rohres aber veränderlich ist, schreiben als:

$$c_{2a} = f(z)$$

wo für die Funktion $f(z)$ die einfache Proportionalität $k_2 z$ gesetzt werden kann.

Aus diesen Bedingungen läßt sich auch bereits die Saugrohrform angeben. Legt man das Koordinatensystem derart, daß sein Ursprung bei Beginn der Erweiterung liegt und die positive Richtung gegen abwärts geht, so wird:

$$c_{2a} = k_3 - k_2 z$$

und es folgt aus der Kontinuitätsgleichung:

$$\frac{\partial (c_{2r} \cdot r)}{\partial r} + \frac{\partial (c_{2u} \cdot r)}{r\ \partial \varphi} + \frac{\partial (c_{2a} \cdot r)}{\partial z} = 0$$

mit

$$\frac{\partial (c_{2a} \cdot r)}{\partial z} = - k_2 r, \qquad \frac{\partial (c_{2u} \cdot r)}{r\ \partial \varphi} = 0$$

$$\frac{\partial (c_{2r} \cdot r)}{\partial r} = + k_2 r$$

$$c_{2r} \cdot r = \frac{k_2}{2} \cdot r^2 + const; \quad \text{für } r = 0,\ c_r = 0,\ const = 0,$$

$$c_r = \frac{k_2}{2} \cdot r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

und der Saugrohrmeridian bestimmt sich aus:

$$\frac{dz}{dr} = \frac{c_a}{c_r} = 2\ \frac{k_3 - k_2 z}{k_2 \cdot r}$$

und nach ausgeführter Integration:

$$K = r^2 (k_3 - k_2 \cdot z)$$

Diese Gleichung läßt sich durch eine Koordinatentransformation auf eine einfachere und bekannte Form bringen.

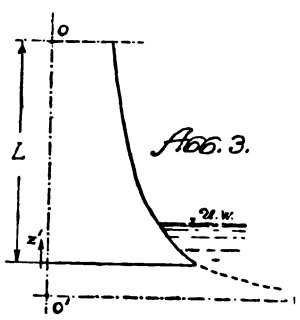
Mit

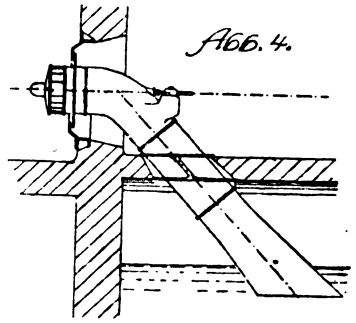
$$z' = \frac{k_3}{k_2} - z$$

folgt

$$r^2 z' = const \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Wir erhalten als Meridiankurve des Saugrohrs dieselbe Linie, wie sie Prášil festgestellt hat, mit dem Unterschiede jedoch, daß der Bezugspunkt (Asymptotenschnittpunkt der höheren Hyperbel) nach Prášil in die Sohle des Unterwassers zu liegen kommt, hier jedoch auch wesentlich tiefer liegen kann. (Abb. 3.) In jedem Falle, wo $\frac{k_3}{k_2} \leq L$ wird, ist die Ausführung nicht mehr möglich.





Es sei beispielsweise k_3 (d. i. die Saugrohrgeschwindigkeit, in der Achsrichtung genommen, zu Beginn des Saugrohres)

$$k_3 = 2 \text{ m/sec}$$
$$L = 3 \text{ m},$$

dann muß sein

$$\frac{2}{3} > k_2$$

also

$$c_{2a} = 2 - \left(k_2 < \frac{2}{3}\right) \cdot z$$

Zu Beginn dieser Untersuchung wurde bereits gesagt, daß die Strömung im Saugrohr keine Potentialströmung sein darf, da diese eher als die Wirbelströmung Anlaß zur Ablösung geben kann. Tatsächlich ist diese Strömung auch eine Wirbelströmung, doch erscheint sie insofern als eine wohlgeordnete Strömung, als der Wirbelvektor mit der Richtung der Saugrohrachse zusammenfällt, wie eine kurze Rechnung zeigt. Die Komponenten eines Wirbels sind im Zylinder-Koordinatensystem gegeben durch

$$W_z = \frac{\partial c_r}{r\ \partial \varphi} - \frac{1}{r} \frac{\partial (c_u\ r)}{\partial r}$$

$$W_r = \frac{\partial c_u}{\partial z} - \frac{\partial c_a}{r\ \partial \varphi}$$

$$W_u = \frac{\partial c_a}{\partial r} - \frac{\partial c_r}{\partial z}$$

(vergl. Föppl, VI. Band S. 410 der 4. Auflage.)

Nun ist

$$\frac{\partial c_a}{\partial z} = 0 \qquad \frac{\partial c_a}{\partial \varphi} = 0 \text{ und } \frac{\partial c_a}{\partial r} = 0$$

Ist nun auch $\frac{\partial c_r}{\partial z} = 0$, also C keine Funktion von z, so wird $w_r = 0$ und $W_u = 0$, $W_z \neq 0$, da die Strömung der Natur der Sache nach — Austritt aus dem Laufrad — achsensymmetrisch sein muß. Es ist also die Behauptung erfüllt, wenn nur C_r eine bloße Funktion von r ist, was in unserer Annahme der Fall war.

Diese Ordnung wird verloren gehen, sobald wir die Strömung zu einer Richtungsänderung zwingen. Es wird also Blechsaugrohr mit gerader Achse dem Betonsaugrohrkrümmer, es wird in rein hydraulischer Hinsicht die Anordnung der Turbine an stehender Welle jener an liegender Welle vorzuziehen sein und wo eine horizontale Turbinenwelle angeordnet wird, wird man womöglich die Ablenkung um volle 90° zu vermeiden trachten (Abb. 4).

Digitized by Google

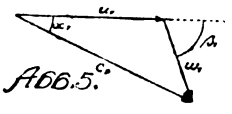
Bei einer achsensymetrischen Potentialströmung, bei welcher die Umfangskomponente der Geschwindigkeit nicht Null sein soll, folgt diese dem Gesetz: $c_u = \frac{k}{r}$ Dem entspricht eine bedeutende Relativgeschwindigkeit zwischen 2 Teilchen auf benachbarten Parallelkreisen, somit auch eine bedeutende innere Reibung. In Gleichung (3) wurde festgesetzt: $c_a = k_1 \cdot r$, d. h. soviel, daß sich die Drehbewegung, die mit der Strömung verbunden ist, ebenso wie die Rotation eines starren Körpers um eine feste Achse abspielt, es treten dann also keine Verschiebungen zwischen den einzelnen Teilchen auf und es fehlt damit auch die Ursache für das Auftreten innerer Reibungskräfte.

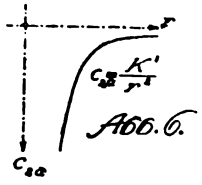
Schließlich handelt es sich noch darum, die Schaufeln so zu formen, daß auch wirklich die verlangte Strömung eingeleitet wird.

Als Ausgangspunkt der Betrachtung dient die Hauptgleichung:

$$\frac{c_1^2}{2g} + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} + \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} = H(1 - \varrho) = H_w$$

H_w bezw. ϱ wird für alle Wasserfäden von gleicher Größe vorausgesetzt. Im Laufrad selbst ist es wohl kaum richtig, für die verschiedenen — nur hypothetisch vorhandenen — Wasserfäden durchwegs gleich großen Strömungsverlust anzunehmen, groß ist aber der hiemit begangene Fehler keinesfalls. Weiters wird mit dem Eintrittsdreieck in der gewohnten Bezeichnung (Abb. 5):





$$c_1^2 = u_1^2 + 2\,u_1\,w_1\cos\beta_1 + w_1^2$$

und für jeden Wasserfaden kann man schreiben

$$u_2 = \Delta \cdot u_1$$

d. h. wird die Umfangsgeschwindigkeit am Austritt als Vielfaches bezw. Bruchteil jener am Eintritt angegeben.

Damit geht die Hauptgleichung in die Form über:

$$\frac{u_1^2}{2g}(2 - \Delta^2) + \frac{w_2^2}{2g} + 2\,\frac{u_1\,w_1\cos\beta_1}{2g} = H_w$$

Wir berücksichtigen noch die Bedingung, daß beim Uebertritt von Leitrad in Laufrad keine plötzliche Richtungsänderung auftritt:

$$\frac{w_1}{u_1} = \frac{\sin\alpha_1}{\sin(\beta_1 - \alpha_1)}$$

womit folgt:

$$\frac{u_1^2}{2g}(2 - \Delta^2) + \frac{w_2^2}{2g} + 2\,\frac{u_1^2}{2g}\cos\beta_1\,\frac{\sin\alpha_1}{\sin\beta_1\cos\alpha_1 - \cos\beta_1\sin\alpha_1} = H_w$$

Schließlich kann noch w_2 aus dem Austrittsdreieck durch $u_2 = \Delta \cdot u_1$ ausgedrückt werden:

$$w_2 = \Delta \cdot u_1 - \frac{\sin\alpha_2}{\sin(\beta_2 - \alpha_2)}$$

sodaß wir jetzt zu einer Gleichung gelangen, in der nur noch eine einzige Geschwindigkeit enthalten ist, nämlich u_2, die aber dadurch zu einer Bedingungsgleichung unter den Schaufelwinkeln geworden ist:

$$\frac{u_1^2}{2g}\left[2 - \Delta^2 + \frac{tg\,\alpha_1}{tg\,\beta_1 - tg\,\alpha_1} + \frac{\sin\alpha_2}{\sin(\beta_2 - \alpha_2)}\right] = H_w \quad \ldots (6)$$

Der Klammerausdruck links hat für eine bestimmte Turbine (Laufrad) einen unveränderlichen Wert (wohl muß dazu u_1 konstant sein, d. h. die Schaufeleintrittskante auf einem Kreiszylinder liegen); ist also für einen Wasserfaden der Wert von Δ festgelegt, so könnte mit den Werten von α_1 β_1 und dem nach Gleichung (2) bezw. (2') gerechneten α_2 schließlich aus (6) β_2 bestimmt werden, womit die Schaufel zwecks Erreichung der verlangten Saugrohrströmung festgelegt wäre.

Bei veränderlicher Größe des Winkels α_2 bleibt nun auch c_2 nicht gleich; wie aus Abb. 2 und Gl. (2) folgt, wird mit größer werdendem Winkel α_2, d. i. also gegen die Turbinenachse zu, c_2 kleiner, ohne Zweifel nimmt gegen innen u_2 ab, sodaß alle drei Faktoren im Produkt $u_2\,c_2 \cdot \cos\alpha_2$ auf dessen Abnahme hinwirken. Wird in der Hauptgleichung

$$u_1\,c_1\cos\alpha_1 - u_2\,c_2\cos\alpha_2 = g\,\eta\,H$$

der Wirkungsgrad η als Konstante angesehen, so muß damit auch das Produkt $u_1\,c_1\cos\alpha_1$ kleiner werden. Da nun u_1 und c_1 gleich bleiben, müßte für die Wasserfäden von außen gegen innen $\cos\alpha_1$ ab- d. h. α_1 zunehmen. In der gegebenen Ableitung wurde aber $\sphericalangle\,\delta_1$ eben als konstant vorausgesetzt, sodaß sich hier 2 Bedingungen widersprechend gegenüberstehen. Dieser Widerspruch findet sofort seine Aufklärung, wenn man den Umstand berücksichtigt, daß in dieser Ableitung nichts über C_2 gesagt wurde. Bleiben die Größen u_1, c_1, α_1 über die ganze Eintrittsbreite konstant, während $\sphericalangle\,\alpha_2$ von außen gegen innen zunimmt, so müßte nach der Hauptgleichung c_2 von außen gegen innen zunehmen. Denn nach dieser Gleichung müßte $u_2\,c_2\cos\alpha_2$ für alle Fäden von gleichem Werte sein. Es kann gesetzt werden:

$$u_2 = k'\,r, \quad tg\,\alpha_2 = \frac{k}{r}, \quad \cos\alpha_2 = \frac{r}{\sqrt{k^2 + r^2}}$$

$$u_2\,c_2\cos\alpha_2 = const = k' \cdot r \cdot \frac{c_2 \cdot r}{\sqrt{k^2 + r^2}} = const$$

$$c_2 = \frac{K\sqrt{k^2 + r^2}}{r^2}$$

$$c_{2a} = c_2 \sin\alpha_2 = \frac{K\sqrt{k^2 + r^2}}{r^2} \cdot \frac{k}{\sqrt{k^2 + r^2}} = \frac{K'}{r^2}$$

Die Aenderung der Achsialkomponente der absoluten Austrittsgeschwindigkeit längs eines Halbmessers wäre also dargestellt durch eine Hyperbel 3. Grades. Gegen die Achse zu würde dieselbe also sehr rasch anwachsen, was vollkommen in Widerspruch mit dem Verlangen nach einer geordneten Strömung steht. Daraus erhellt auch die Tatsache, daß bei nicht senkrechtem Austritt im Saugrohr die Verluste sehr rasch anwachsen und jede schraubenartige Bewegung daselbst stets als ungünstig bezeichnet wurde.

Will man zum schiefwinkligen Austritt übergehen, ohne die geordnete Strömung zu verlieren, so ergibt sich die Forderung:

Die Leitradschaufeln dürfen nicht unter einem für alle Wasserfäden gleichen Winkel α_1 endigen, sie dürfen nicht durch Zylinderflächen begrenzt werden.

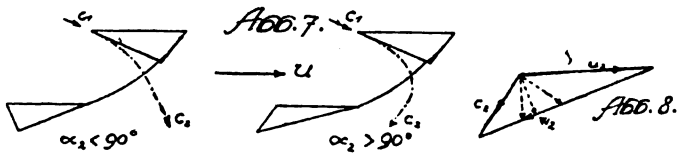
Die Bestimmung der einzelnen Winkel α_1 bietet keine Schwierigkeiten, wenn — wie stets üblich — einmal der Austrittsverlust, Eintrittsdurchmesser und Austrittsbogen bezw. Austrittskante für das Laufrad festgelegt sind. Nebenbei möge noch bemerkt werden, daß stets die Annäherung erlaubt ist, zumindest für die erste Rechnung dem prozentualen Austrittsverlust nur die Geschwindigkeit C_{2a} zugrunde zu legen, obwohl diese nur in der Saugrohrachse auftreten kann. Ist der Winkel α_2 für irgend einen Durchmesser, etwa für den Saugrohrdurchmesser, zu welchem der äußerste Wasserfaden gehört, gewählt, dann ist nach Gl. (2b) auch der für irgend einen anderen bekannt. Durch ein vorläufiges Einzeichnen der Flutlinien und Niveauflächen — nachträgliche Korrektur darf nicht vergessen werden — kann für jeden Punkt der Austrittskante die Meridiankomponente der absoluten Austrittsgeschwindigkeit bestimmt werden, für jenen Durchmesser, unter welchem die betreffende Flutlinie die als achsensenkrechte Ebene auftretende Niveaufläche trifft, ist der Winkel α_2 bestimmt, es folgt also ohne weiteres aus c_{2a} und α_2 auch c_{2u} und c_2 selbst, mit $u_2\,c_2\cos\alpha_2$ folgt aus der Hauptgleichung $u_1\,c_1\cos\alpha_1$ für den betreffenden Wasserfaden und daraus Winkel α_1 bezw. auch die Meridiankomponente der Eintrittsgeschwindigkeit

Digitized by Google

$c_1 \cdot \sin \alpha_1$ und der Teil der Eintrittskante, der für einen bestimmten Bruchteil der Wassermenge in betracht kommt. Mit u_2, c_2 und α_2 ist auch das Austrittsdreieck vollkommen bestimmt, sodaß auch w_2 und β_2 festliegt, in gleicher Weise das Eintrittsdreieck aus u_1, c_1 und α_1 und damit w_1 und β_1. Mit den Winkeln β_1 und β_2 ist auch alles gegeben, um die Form der Laufradschaufel festzulegen.

Für den schiefwinkligen Austritt sind zwei Möglichkeiten gegeben (Abb. 7): Winkel α_2 kann ein spitzer oder stumpfer sein. Es ist unbedingt der zweite Weg zu beschreiten; $\sphericalangle \alpha_2 > 90°$ auszuführen, Das aus verschiedenen Gründen! Bei spitzem Winkel α_2 könnte u. U. die Ablenkung von c_1 in c_2 zu gering ausfallen, sodaß nicht mehr die Leistung in gewünschter Größe abgegeben würde[1])

Weiters erreicht man damit den Vorteil, daß bei Teilbeaufschlagungen (Abb. 8) schon beim Verlassen der Schaufeln die Geschwindigkeit c_2 kleiner geworden ist, was auch der weiteren Strömung im Saugrohr nahekommt, wenn durch dasselbe eine kleinere Wassermenge durchgeht. Es braucht dann in dem Uebergangsraum vom Laufrad bis zum Saugrohrbeginn nicht eine zu bedeutende Verzögerung erfolgen.



In diesem Zusammenhang soll nochmals betont werden, daß die Geschwindigkeit c_2, wie sie aus dem Austrittsdreieck bezw, der Niveaufläche für den Austrittspunkt ermittelt wurde, wesentlich höher ist, als jene zu Beginn des Saugrohres. Daß auf so kurzem Wege eine Verzögerung, also Erhöhung des Druckes durch Verminderung der Geschwindigkeit möglich ist, erklärt sich daraus, daß für den an die Laufradschaufeln unmittelbar anschließenden Raum die Schaufeln noch „ausstreuend" wirken und die Wasserteilchen führen (s. „Thoma: Die neuere Entwicklung der Wasserturbinen", Z. d. V. d. I. 1922 S. 679). Es ist tatsächlich im Raum knapp hinter dem Laufrad der Druck wesentlich geringer — ganz abgesehen von der Wirkung der Saugrohrerweiterung — als den statischen Verhältnissen entspricht. So läßt sich bei Turbinen großer Schnelläufigkeit mit kurz ausgeführten Schaufeln eine Abscheidung von Luftblasen beobachten, wenn auch die statische Saughöhe nur ganz gering ist.

Ein Beispiel für die Durchrechnung eines Rades unter den angegebenen Gesichtspunkten wird die gezogenen Schlußfolgerungen schärfer ins Licht setzen.

Es handelt sich um ein Laufrad für eine relative Wassermenge

$$Q_I = 0{,}750 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Die spezifische Drehzahl betrage $n_s = 340$,
dann ist mit einem Wirkungsgrad $\eta = 79\%$ ($\varphi = 0{,}05$ $\varrho = 0{,}16$)

$$N_I = 7 \cdot 9 \text{ PS}, \qquad n_I = 121{,}2 \text{ Umdr. Min.}$$

Die kinetische Energie beim Eintritt in das Saugrohr (Austritt aus dem Laufrad) werde angenommen mit

$$\psi = 14\%, \quad \frac{c_{2I}^2}{2g} = 0{,}14 \text{ m WS}, \quad c_{2a} = 1{,}65 \text{ m/sec}$$

Dementsprechend der Durchmesser beim Eintritt in das Saugrohr

$$D_2 = 0{,}760 \text{ m} = 760 \text{ mm} \qquad \text{(Abb. 11)}$$

Und es wird gewählt $D_1 = 620 \div 580$ mm, wobei sich der größere Wert auf den Eintrittsdurchmesser am äußeren Kranz, der kleinere auf jenen beim Laufradboden bezieht. Die zugehörigen Werte der Umfangsgeschwindigkeiten werden

$$u_{Ia} = 3.95 \text{ m/sec}, \qquad u_{Ii} = 3.69 \text{ m/sec}$$

Weiters wird gewählt der $\sphericalangle \alpha_2$ für den Durchmesser D_2 mit

$$\alpha_2 = -75°$$

Damit wird die absolute Austrittsgeschwindigkeit

$$c_2 = \frac{c_{2a}}{\cos \alpha_2} = 1{,}71 \text{ m/sec}$$

während die an dieser Stelle vorhandene Umfangskomponente den Wert besitzt:

$$c_{2u} = \frac{c_{2a}}{\operatorname{tg} \alpha_2} = -0{,}442 \text{ m/sec}$$

Nun wird vor allem die Rechnung durchgeführt für jenen Faden, für welchen $\alpha_2 = 90°$ sein soll. Für dessen Eintrittspunkt gilt:

$$u_{Ii} = \sqrt{\eta \left(1 - \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \beta_1}\right) g}$$

und es sind passende, zusammengehörige Werte

$$\alpha_1 = 40°, \qquad \beta_1 = 132° 30'$$

Daraus folgt aus der Hauptgleichung

$$c_{u\,1\,i} = 2{,}098 \text{ m/sec}, \; c_{m\,1\,i} = 1{,}762 \text{ m/sec}, \; c_{1i} = 2{,}745 \text{ m/sec}$$

Nunmehr kann angenähert das Profil des Laufrades gewählt werden, es wird schrittweise Austrittskante und Länge der Eintrittskante festgelegt, nachdem durch eine Anzahl von Flutlinien die Zerlegung in Teilturbinen erfolgt ist. Wählen wir beispielsweise 4 Teilturbinen, wobei die innerste noch einmal unterteilt wird, so werden die Durchmesser, unter welchen die Wasserfäden den Eintrittskreis ins Saugrohr durchsetzen:

$$D_{s1} = 659, \; D_{s2} = 537, \; D_{s3} = 380, \; D'_{s3} = 268 \text{ mm}$$

Durch gefühlsmäßiges Rückwärtsverlängern lassen sich auch die Niveauflächen einzeichnen und es können die Größen der Meridiangeschwindigkeiten in den Austrittspunkten festgelegt werden. Für den äußersten Faden ist etwa:

$$b_N = 0{,}345 \text{ m}, \quad F_N = 0{,}38 \text{ m}^2, \quad c_N = 2{,}08 \text{ m/sec} = c_{2a}$$

$$c_2' = \frac{c_N}{\cos \alpha_2} = 2{,}15 \text{ m/sec}, \quad c_{2'u} = -0.55 \text{ m/sec}$$

Unter der Voraussetzung, daß in allen Punkten des Eintritts die Absolutgeschwindigkeit gleich groß sein soll, wird aus der Hauptgleichung

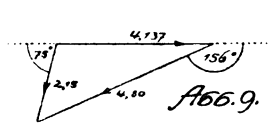
$$u_1 c_1 \cos \alpha_1 - u_2 c'_2 \cos \alpha'_2 = g \eta$$

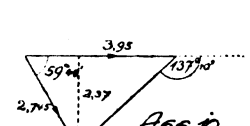
für den äußersten Faden:

$$3{,}95 \cdot 2.745 \cdot \cos \alpha_{1a} - 4{,}137 \; (-0{,}55) = 7{,}75$$

$$\cos \alpha_{1a} = 0{,}506, \quad \alpha_{1a} = 59° 40'$$

Hiebei ist $u_2 = 4.137$ die Umfangsgeschwindigkeit im Durchmesser D_{2x}, in welchem der betreffende Wasserfaden die





Austrittskante durchsetzt. Nun kann schließlich noch die relative Austrittsgeschwindigkeit gerechnet werden, wodurch dann das ganze Austrittsdreieck festliegt (Abb.) 9.

[1]) Es wird auch häufig die beim Austritt noch vorhandene Umfangskomponente C_{2u} als verlorene Geschwindigkeitskomponente bezeichnet, so als ob dadurch der Wirkungsgrad verschlechtert würde. Das ist aber ganz widersinnig, für den Wirkungsgrad kommt nur die Größe der absoluten Austrittsgeschwindigkeit und der Druck in Betracht, nicht aber die Richtung der Geschwindigkeit. Hat am Austritt C_{2u} noch einen positiven Wert, so ist wohl das wirksame Moment geringer, da auch die gesamte Ablenkung kleiner ist, für die abgegebene Leistung ist dies aber ohne Bedeutuog, wenn nur entsprechend diesem Moment die Winkelgeschwindigkeit richtig gewählt wird. Würde durch einen positiven Wert von C_{2u} der Wirkungsgrad verkleinert, so könnte er durch einen negativen vergrößert werden und man käme dann bald zu dem unsinnigen Ergebnis $\eta > 1$. Die ganze Frage erledigt sich in Kürze, wenn man bedenkt, daß in der Hauptgleichung nicht die linke, sondern die rechte Seite, d. i. $g \eta H$ als Ausgangspunkt zu betrachten ist, da η allein durch Austritts- und Reibungsverluste festgelegt ist.

Digitized by Google

$$\frac{c_1^2}{2g} + \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} = H_w = (1 - \varrho)\, H = 0{,}84$$

$$\frac{w_2^2}{2g} = 1{,}179 \text{ m}, \quad w_2 = 4{,}80 \text{ m/sec}$$

$$\beta_2 = 156^0$$

Aus a_{1a} ergibt sich die Meridiangeschwindigkeit für den äußersten Wasserfaden beim Eintritt mit

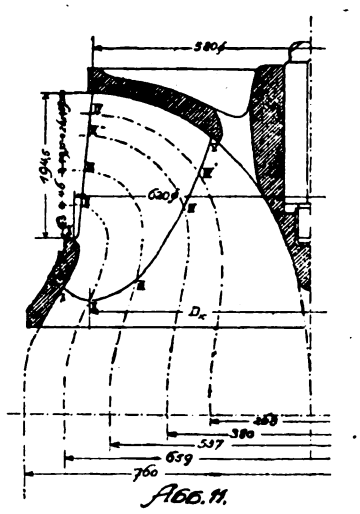
$$c_1 \sin \alpha_{1a} = 2{,}37 \text{ m/sec}$$

und weiters die Eintrittsbreite für die sich daranschließende Teilturbine aus

$$D_1 \pi \cdot \Delta_1 b \cdot \lambda \cdot c_1 \sin \alpha_{1a} = \frac{Q}{H}, \quad \Delta_1 b = 0{,}042 \text{ m}$$

Bessere Werte wird man nach der ersten Rechnung erhalten, wenn man nicht mit dem Begrenzungsfaden, sondern dem mittleren Faden jeder Teilturbine die endgültige Rechnung ausführt.

Es erübrigt sich nur noch, das Eintrittsdreieck vollständig



	D_s	Γ_{2x}	u_1	u_{2x}	c_N	c_2	c_{2u}	α_2	α_1	β_1	β_2	$\triangle b$	c_{m_1}
I	760	660	3,950	4,137	2,08	2,15	0,55	75°	59° 40′	137° 10′	156°	42	2,37
II	659	580	3,875	3,687	2,08	2,14	0,48	77°	56°	135° 50′	153° 30′	45 44	2,27
III	537	452	3,800	2,875	2,38	2,43	0,45	79° 20′	51° 50′	134° 10′	144° 20′	48 47	2,16
IV	380	335	3,762	2,145	2,67	2,70	0,35	82° 20′	47° 25′	133° 25′	132°	26 51,5	2,01
IV′	268	300	3,726	1,912	2,55	2,56	0,24	84° 35′	44° 30′	132° 30′	130° 10′	28 27	1,92
V	⌀	265	3,690	1,66	2,31	2,31	⌀	90°	40°	132° 30′	125°	30 30,5	1,79

für I—V: $c_1 = 2{,}745$

Mittelwerte für $\triangle b$: 43, 46, 49,75, 26,5, 29,25.

$b_1 = \Sigma \triangle b = 194{,}5$

festzulegen (Abb. 10) und zwar ist nur noch der Winkel β_1 zu bestimmen aus:

$$tg\,(180 - \beta_1) = \frac{c_1 \sin \alpha_1}{u_1 - c_{u_1}}$$

$$tg\,(180 - \beta_{1a}) = \frac{2{,}37}{3{,}95 - 2{,}745 \cdot 0506} = 0{,}927$$

$$\beta_{1a} = 137^0\ 10'$$

In derselben Reihenfolge rechnen sich diese Größen für alle anderen Flutlinien und es finden sich diese in der folgenden Tabelle zusammengestellt (und Abb. 11):

Zusammenfassung: Um einen weitgehenden Saugrohrrückgewinn, genauer gesagt, eine Druckumsetzung im Saugrohr bewerkstelligen zu können, muß nach den Versuchen von K. Andres eine schraubenförmige Bewegung erzwungen werden. Dazu ist ein schiefwinkliger Austritt aus dem Laufrad notwendig; soll jedoch die Strömung geordnet bleiben, so darf der Austrittswinkel nicht konstant sein. Dies wirkt auch auf die Eintrittsverhältnisse zurück, sodaß auch die Leitradschaufeln nicht mehr nach Zylinderflächen begrenzt sein dürfen.

Rundschau

Elektrotechnik

Ein Riesenlaufrad. Die Göteburger Ausstellung zeigte auf dem Stande von A.-B. Karlstads Mekaniska Verkstad, Verstaden Kristinehamn, das größte und stärkste in Europa bisher hergestellte Turbinenlaufrad als eine konstruktiv wie werkstattstechnisch bemerkenswerte Leistung. Dieses in 8 Exemplaren für das Wolchow-Kraftwerk des russischen Staates (vgl. S. 11) hergestellte Francislaufrad verarbeitet unter 10,5 m Gefälle eine Wassermenge von rund 100 cbm/sec und leistet 11 500 PS bei 75 Umdr/min, woraus sich eine spezifische Drehzahl $n_s = 425$ ergibt. Bei einem Außendurchmesser von 5030 mm wiegt das Rad (Abb. 1) etwa 39 t und mußte mittels Extrazuges auf einem Spezialwagen befördert werden, da das Rad bei der üblichen Verladung über das Profil der Brücken und Uebergänge hinausgeragt hätte. Das Rad ist in einem Stück mit eingegossenen Stahlblechschaufeln hergestellt, die gesamte hydraulische Ausrüstung einschließlich der Oeldruckregler und Zubehör wird von Verkstaden zusammen mit Nydqvist & Holm A.-B., Trollhättan hergestellt, wozu erstere Firma die Turbinen liefert.

Neben dem Laufrad stehen beiderseits einzelne Schaufeln der Peltonturbinen für Rjukanfos, ebenfalls von Verkstaden mit 5 Turbinen von je 14 000 PS unter 278 m Gefälle bei 250 Umdr. ausgerüstet. Diese Turbinen ergaben den außerordentlich hohen Wirkungsgrad von 88,1 Proz.

Von Interesse ist das im Vordergrund in den Tischaufsatz eingebaute Modell eines zweiflügeligen Kaplanlaufrades[1]) mit drehbaren Laufradschaufeln, gekennzeichnet durch seine torpedoförmige Nabe, bemerkenswert durch einen sehr gleichmäßig bleibenden Wirkungsgrad auch bei geringer Belastung, schwankendem Gefälle und Hochwasser.

Daneben finden sich aus den Werkstätten der Firma noch Regler mit dem Evolventenpendel Pat. Englesson, deren eines zur Erprobung der Empfindlichkeit hergerichtet ist. Die Schwunggewichte, die zur Vermeidung jeglicher Reibung nicht in Gelenken oder Schneiden liegen, sondern nach Abb. 2 an Blattfedern hängen und sich wie der Name sagt, auf diesen Federn wälzen, sind bei dieser Versuchsanordnung durch Gegengewichte ausbalanziert, so

[1]) Siehe diese Zeitschr. 1919, H. 17. S. 158; Z. d. V. d. I. 1921, H. 40/41 S. 1035 ff; diese Z. 1922, H. 20, S. 381.

Digitized by Google

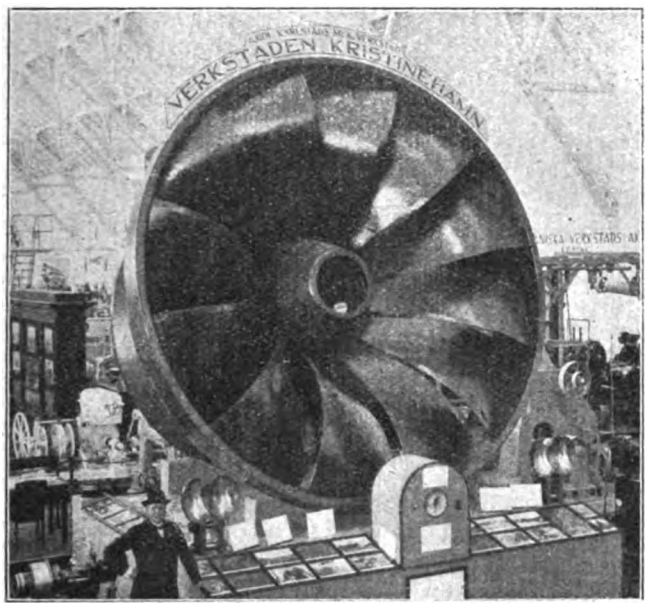


Abbildung 1. Laufrad von 5630 mm Durchmesser.

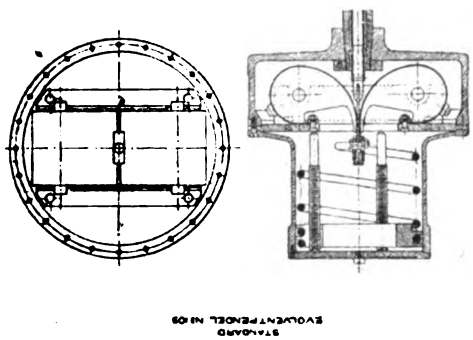


Abbildung 2. Evolventenpendel.

daß sie in einer bestimmten Lage im Gleichgewicht stehen. Ein Fühlhebel mit 50-facher Uebersetzung der Bewegung zeigt, daß die Muffe (die hier aus einem zentrischen Stahlstift besteht, an welchem die Blattfedern angreifen) nach jeder noch so geringen Ablenkung aus der Gleichgewichtslage wieder mit einer Ungenauigkeit von weniger als 1/500 mm in ihre frühere Lage zurückkehrt. Schließlich zeigt Verkstaden noch den „Startautomaten" ihres genannten Chefkonstrukteurs zum selbsttätigen Anlassen und Abstellen von Turbinenanlagen aus der Ferne[2]).

Die Elektrizität im Wiederaufbau Rußlands. Aus all den sich wiedersprechenden Nachrichten über Rußland schimmert doch immer die Anstrengung hervor, zu geordneten wirtschaftlichen Zuständen unter Zuhilfenahme aller technischen Mittel sich durchzwingen und das Riesenland, das ganz Europa mit vielen wichtigen Rohstoffen und Nahrungsmitteln versorgen könnte, zu einem nützlichen Glied in unserem Erdteil zu machen — wozu allerdings ebenso wie der wirtschaftliche und innerpolitische Wiederaufbau Rußlands auch die Wiederkehr eines wirklichen Friedenszustandes auf dem Kontinent die Voraussetzung bilden dürfte. Jedenfalls hat Deutschland allen Grund als Lieferant wie als Abnehmer, sich für Rußland zu interessieren. Es sei nur kurz an die weitschauenden, unter den derzeitigen Verhältnissen zum Teil noch etwas utopistisch klingenden Pläne zur Wasserkraft-Ausnützung und Elektrisierung sowie zur Schaffung eines Wasserstraßennetzes vom Ural als dem einen Hauptlager von Kohle und Erz zum Schwarzen Meer einerseits als dem Oelgebiet, gegen Petersburg hin andererseits als dem Industrie- und Ausfuhrzentrum verwiesen, wie sie P. Gurewitsch in der E. I. Z. 1921, H. 50, S. 1441, 1922, H. 48, S. 1435 und Krjlgeanowsky ebendort 1923, H. 1, S. 6, gegeben haben. Es sind denn auch manche gegnerische Stimmen laut geworden (Dr. Klein, Rußlands Wiederaufbau und die Elektrotechnik, E. T. Z. 1922, H. 33, S. 1053; Detig, die Elektrisierung Rußlands, deutsche Wasserwirtschaft 1923, H. 4, S. 55), welche die wirtschaftliche Ausführbarkeit der Pläne in solchem Umfang bezweifeln. Immerhin wird aber die zweckentsprechende Schritt für Schritt mit der Entwicklung des Gesundungsprozesses fortschreitende gebietsweise Elektriesierung aus den reichen Wasserkräften zur Gesundung mithelfen. Einen Beweis für den tatkräftigen Beginn in der Durchführung des Wasserwirtschaftsprogramms liefern die z. Zt. im Bau bei Verkstaden, Kristinehamn befindlichen 8 Riesenturbinen von je 11 500 PS Leistung für das Wolchow-Kraftwerk, welche im Laufe dieses und des kommenden Jahres abgeliefert werden müssen. Wir berichten über diese Turbinen auch auf S. 10 dieses Heftes. Das Kraftwerk liegt am Abfluß des Ilmenj-Sees zum Ladoga-See in etwa 120 km Entfernung von Petersburg und ist zur Versorgung dieses Bezirkes zusammen mit Torfkraftwerken dienen, nachdem die Abtrennung Finnlands den Vorkriegsplan der Heranziehung der riesiven Wasserfälle des Imatra (ca. 300 000 PS) zunichte gemacht hatte. Hierzu mag auch die in Moskau jüngst eröffnete große landwirtschaftliche Ausstellung mithelfen, da sie gerade die Lebenswurzel des Riesenreiches, die Ausnutzung des Bodens trifft.

Darauf beziehen sich die Worte des russischen Volkskommissars für Landwirtschaft: „Wir müssen die Wissenschaft und Technik zwingen, nicht zerstörenden, sondern schöpferischen Zwecken zu dienen. Eine gute Ernte wird unsere junge Bauernrepublik besser verteidigen können, als alle zerstörenden Werkzeuge der Welt." Bei Eröffnung der Ausstellung hat der deutsche Botschafter Graf Brockdorff-Ran-

GABELSBERGERSTR. 53
REISSZEUGE, RECHEN-
REISSBRETTER
ALBERT
SCHIEBER, MASSSTÄBE
SCHIENEN, WINKEL
SECKSTEIN
Telegramm-Adresse: Seckstein
MÜNCHEN
Telephon-Nummer 53132
255

Süddeutsche Maschinenfabrik sucht tüchtigen, erfahrenen
Ingenieur
selbständigen Konstrukteur für allgemeinen Maschinenbau, Spezialist für Schützenaufzüge und Rechenanlagen zu möglichst sofortigem Eintritt. Ausführl. Bewerbungen mit Bild und Zeugnisabschriften beförd. unt. Nr. 560 die Exp. dies. Zeitschrift.

[2]) Diese Z. 1923, H. 10, S. 119.

Digitized by Google

tzau auch auf die große Bedeutung der Wechselbeziehungen zwischen deutscher Technik und russischen Produkten, die mit ihrer Hilfe gewonnen werden können, hingewiesen. Die Moskauer Ausstellung zeichnet sich, wie die V. d. I.-Nachrichten hervorheben, durch klare Gliederung im Aufbau aus, wie weiterhin ein genaues Verkehrs- und Unterkunftsprogramm dafür sorgt, daß von jeder Gemeinde des Reiches Vertreter zum Studium der Ausstellung kommen. Besonders zeigt die Ausstellung die Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft von der Erzeugung bis zu den letzten Verwertungsmöglichkeiten in einem Musterdorf mit gemischtem landwirtschaftlichem und Hausgewerbe-Charakter, in dem selbst das Telefon und die Radiostation nicht fehlen. Dazu schreibt Tschitscherin den auch für uns beherzigenswerten Satz: „Rechnen, zeichnen, leiten, wirtschaften und die Kopeke sparen — das ist die revolutionäre Losung des heutigen Tages." — Wir hoffen, über dieses Thema noch näher berichten zu können. Rdl.

Wirtschaftliches

Ueberführung preußischer Staatsbetriebe in Privatgesellschaften. Am 4. Oktober trat der Hauptausschuß des Handelsausschusses im preußischen Landtag zusammen, um über die Ueberführung der staatlichen Elektrizitätswerke im Main-Wesergebiet in ein privatwirtschaftliches Unternehmen Beschluß zu fassen. Das neue Unternehmen soll die Form einer A.-G. erhalten, wobei beabsichtigt ist, das Aktienkapital in Goldmark einzuzahlen.

Im „Reichsanzeiger" wird ein Gesetz veröffentlicht, wonach das preußische Staatsministerium ermächtigt wird, für den Ausbau von Wasserkräften im Quellgebiet der Weser einen weiteren Betrag von 27 Milliarden bereitzustellen. Ferner wird ein preußisches Gesetz veröffentlicht betr. Beteiligung des preußischen Staates an einer zu gründenden A.-G. für den Bau und die Ausnützung dieser Stufen zur Gewinnung elektrischen Stromes.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserversorgung. Der Wert der biologisch-mikroskopischen Wasseranalyse für die Beurteilung von Trinkwasserversorgungsanlagen. Von Prof. Dr. Ing. Wilhelm „Wasser u. Gas" 1923 S. 718. (Mitt. der Ergebnisse der vom Verfasser vorgenommenen Untersuchungen.)

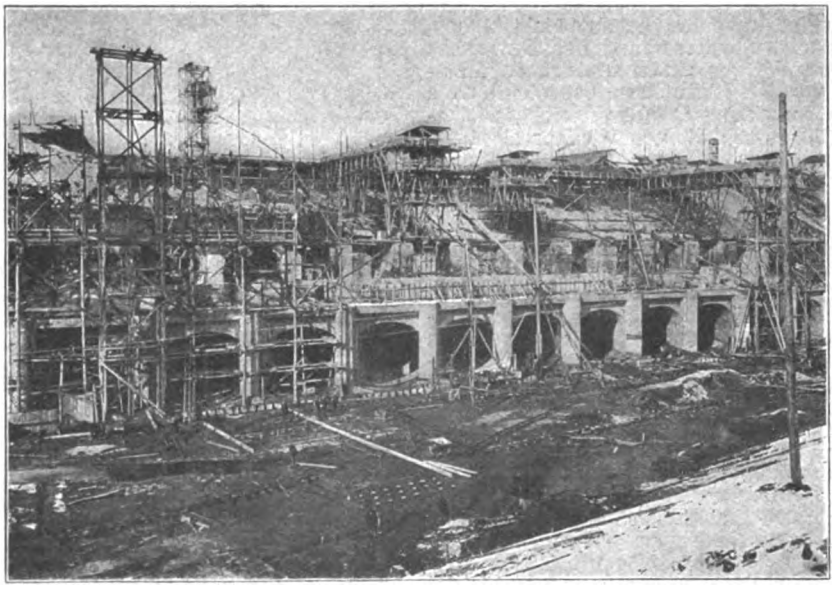
— Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Entkeimung von Trinkwasser durch Chlorgas. Von Privatdozent Dr. Hilgers und Dr. L. Tietz des hygienischen Instituts der Universität Königsberg. „Ges. Ing." 1923, Heft 34, S. 329—331. (Die Zuverlässigkeit einer Trinkwasserentkeimungsanlage liegt vor allem in der gründlichen Durchmischung von Chlorgas und Wasser, wobei die Temperatur des Wassers nach angestellten Versuchen in der Praxis vernachlässigt werden kann.

— Wirkung und Zweck von Schluckbrunnen. Von Dr. Ing. Thiem, Leipzig. „Ges. Ing." 1923, Heft 34, S. 331—332. 5 Abb. (Aufhöhung des Grundwasserspiegels durch äußere Zuführung von Oberflächenwasser; der Brunnen verschluckt Wasser, das im Untergrund verschwindet. Untersuchung der hydraulischen Veränderungen im Untergrund beim Schluckbrunnen.)

Wasserbau. Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Beton- und Eisenbetonrohren gegen Innendruck. Mitteilung aus der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart. Von Otto Graf. „Der Bauing." 1923, Heft 15, S. 441—448, Forts. folgt. 16 Abb. (Durchführung der Versuche, Versuchsergebnisse. Neuere Feststellungen über die Dehnungsfähigkeit des Betons bei Zugbelastung.)

— Ueber die Ursachen von Bodensetzungen bei Grundwasserabsenkungen und von Uferabbrüchen bei der Absenkung von Seespiegeln. Von Prof. E. Meyer-Peter, Zürich. „Schweiz.

GEBR. RANK, MÜNCHEN
HÜSER & CIE., OBERCASSEL



15 Turbinen
Leistung
100 000 PS

Wassermenge
300 cbm/Sek.
Gefälle 32 m

Kraftwerk Töging a. Inn, Deutschlands größtes Kraftwerk.

Digitized by Google

Bauzeitung" 1923, Heft 12, S. 147—148. (Einführung des Begriffs der einseitigen oder Zusatzpressung.)

— Der Widerstand von Einbauten in Flüssen und anderen offenen Gerinnen auf das strömende Wasser. Von Dr. Ing. H. Krey. „Die Bautechnik" 1923, Heft 40/41, S. 415—416. (Entwicklung einer einfachen für Ueberschlagsrechnungen genügenden Formel.)

— Einfluß von künstlichen Querschnittseinengungen auf die Sturmfluthöhe im Tidegebiet der Flüsse. Von Dr. Ing. H. Krey, Berlin. „Zentralblatt" 1923, Nr. 67/68, S. 402—404, 9 Abb. (Berechnung des Wellenstaues bei Einbauten.)

— Grundwasserforschungen im Oberlauf des Muldeflusses. Von Dr. Ing. G. Thiem, Leipzig. „Gas- und Wasserfach" 1923, Nr. 16, S. 217—219, 2 Abb. Durch Anlage eines Versuchsbrunnens wurden die Ergebnisse der Rechnung bestätigt, die den Nachweis der Möglichkeit der Grundwasserversorgung der Stadt Aue erbrachte.

— Beiträge zur praktischen Biologie der Wandermuschel Dreissensia polymorpha und ihre Bekämpfung in Wasserwerken. Von Prof. Dr. Wilhelm. „Deutsche Wasserwirtschaft" 1923, H. 8, S. 119—120 Forts. (Laboratoriumsversuche über die Lebensbedingungen der Muschel.)

— Die Häufigkeit der Niederschlagstage in Deutschland nach Stufenwerten der Niederschlagsmenge. Von Dr. Wussow. „Deutsche Wasserwirtschaft" 1923, Nr. 3, S. 42—47. Forts. aus Nr. 5. (Tabellen auf Grund ausführlicher Beobachtungen in 12 Jahren für die einzelnen Gebiete Ostdeutschlands.)

— Beitrag zur Berechnung von Kanalprofilen. Von Ing. I. Zylberscher, Spiez. „Schweizerische Bauzeitung" 1923, Nr. 6 S. 73—76. (Verbesserung des von Melli angegebenen auf der Chézyschen Formel aufgebauten graphisch-tabellarischen Verfahrens.)

— Neues Verfahren zur Berechnung der Durchlässigkeit wasserführender Bodenschichten. Von Zivilingenieur Koschmieder, Berlin. „Gas- und Wasserfach" 1923, Nr. 21, S. 301—303. (Einfache Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes durch Pumpversuche an Brunnen.)

— Ueber die Wasserspiegellage in offenen Gerinnen. (Stau- und Absenkung.) Von Dr. techn. H. Kreitner, St. Pölten. „Z. d. Oesterr. Ing. u. Arch.-V." 1923, Nr. 31/32, S. 197—203, 4 Abb. (Graphische Untersuchung der stationären ungleichförmigen Strömung.)

— Uferdeckwerke in Form von Matratzen aus Reisig und Geschiebe. Von Regierungsbaurat Dr. Haller. „Tiefbau" 1923, Nr. 61, S. 206—207, 1 Abb. (Beschreibung der amerikanischen Bauweise.)

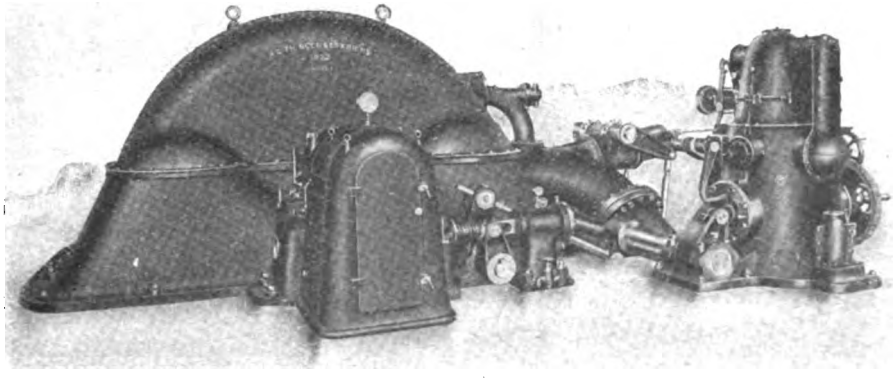
Abwasserverwertung. Ueber die landwirtschaftliche Verwertung städtischer Abwässer. Von Prof. M. Hönig, Brünn. „Techn. Gemeindeblatt" 1923, Nr. 4, S. 19—22 und Nr. 5/6, S. 35—37. (Aufstellung von Leitsätzen für die Beseitigung und Verwertung von städt. Abwässern.)

Wasserkraftnutzung. Wasserstraßen, Wasserkräfte und Industrieanlagen. Von Regierungsbaumeister Dr. Ing. Marquardt, München. „Die Bautechnik" 1923, Heft 39, S. 388—397, 19 Abb. (Allgemeine Betrachtungen. Angabe markanter Beispiele.)

— Die elektrischen Anlagen der Società Anonima Imprese Elektriche Conti in Val d' Ossola. „Revue Générale de l' Electricité", 14. Bd. 1923, S. 332—334, 3 Abb. (Einzelheiten über den wasserbautechnischen und elektrotechnischen Teil.)

— Ausbau von Wasserkräften an der unteren Fulda. Von Reg.- u. Baurat Probst, Kassel. „Bautechnik" 1923, Nr. 31, S. 308—309. (Kraftgewinnung an der unteren Fulda, Wasserklemme im Sommer, geeignete Ergänzungskraft, Rücksicht auf die Schiffahrt, Verwertung der Nachtkraft.)

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Peltonturbine von 10000 PS. Leistung bei 330 m Gefälle in der Zentrale Küblis der A.-G. Bündner Kraftwerke

In Betrieb: 3 Turbinen à 10000 PS. und 1 Turbine à 5000 PS.

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

— Der Ausbau der deutschen Wasserkräfte. Die Alzwerke. Die Bauzeitung 1923, H. 17, S. 131—134, mit 5 Abb. Kurze auszugsweise Beschreibung der Anlage (vgl. die Nr. 13 unserer Zeitschr.).

— Ausbau großer Wasserkräfte in Oberitalien. Von W. Z. „Schweizerische Bauzeitung" 1923, Nr. 19, S. 229—231, 6 Abb. (Besprechung von einigen großen und besonders interessanten Anlagen: „Piave — S. Crove — Livenza" mit einer effektiven Maschinenleistung von über 300 000 PS und einem Gesamtbruttogefälle von 345 m. Kraftstation im Piemont in der Nähe von Turin mit 3 Pelton-Turbinen von je 26 000 PS bei 1020 m Nettogefälle.)

— Die Art der Bewegung und Wirkung des Wassers in Turbinen und Kreiselpumpen. Von Danckwerts. „Zentralbl. d. Bauverw." 1923, Nr. 25/26. (Entwicklung der Formeln nach der Stromfadentheorie. Zahlenbeispiele.)

— Wasserwirtschaftliche Ablösungspläne. Von Dr. Ludin, Karlsruhe. „Schweiz. Wasserwirtschaft" 1923, Nr. 12, S. 247—252, 8 Abb. (Aufstellung eines einheitlichen, übersichtlichen und allgemein gültigen Verfahrens für die rechnerische Behandlung der Ablösung von Triebwerken beim Ausbau von Wasserkraftanlagen.)

Talsperren. Ueber die Ableitung von Hochwasser bei Talsperren. Von Dipl.-Ing. N. Kelen, Darmstadt. „Bautechnik" 1923, Nr. 35/36, S. 341—344, 3 Abb. (Ableitung eines außergewöhnlichen auf sehr kurze Zeit wirkenden Hochwassers durch einen begrenzten Aufstau im Staubecken. Angabe der Berechnungsweise.)

Energieverteilung. Verbilligung der Stromversorgungsanlagen. Von Ing. C. Reindl. „Der elektrische Betrieb" 1923, H. 6, S. 62—66, 7 Abb. (Verbilligungsmöglichkeiten von Fernleitungen, Transformatorenstationen und Ortsnetzen: neue Holzmastkonstruktionen, Eisenseil für Hochspannung und Aluminiumseil für Niederspannung, Maststationen, Kompensierung der Phasenverschiebung und dadurch erzielbare Materialeinsparung.)

— Die Aufteilung ausgedehnter Mittelspannungsnetze. Von G. Schendell. „E. T. Z." 1923, H. 39, S. 891—894, 4 Abb. (Vermaschte und offene Netze, deren Betrieb. Bedingungen für das Maximum der Betriebssicherheit. Stichleitungen. Ueberstromschutz.)

Elektrotechnik. Aus dem Großmaschinenbau. Ein Rückblick auf die Konstruktionspraxis der letzten 10 Jahre. Von K. Sachs, Baden (Schweiz). „E. u. M.", Wien 1923, H. 35, S. 505—521, 19 Abb. (Bestimmend für die ausführbaren Höchstleistungen sind neben der Transportmöglichkeit drei Probleme: Isolation, Erwärmung — diese beiden sich zum Teil widersprechend — und mechanische Festigkeit. Darstellung der Fortschritte und Erkenntnisse auf dem Gebiet der Turbogeneratoren und der großen Langsamläufer. Kühlluftreinigung und Brandschutz.)

— Die Phasenverschiebung in Wechselstromnetzen. Wirtschaftlichkeit der Kompensationssysteme. Von Caspari und Wüthrich. „B. B. C.-Mitteilungen" 1923, H. 3/4, S. 31—39, 6 Abb. (Ermittelung der hinsichtlich des erzielbaren jährlichen Gewinnes günstigsten Art und Bemessung der Kompensationseinrichtung und kurze Kritik der einzelnen Systeme. Sehr ausführliches Literaturverzeichnis über die Phasenverschiebung und deren Bekämpfung.)

Geschäftliches

Illerwerke A.-G. München. Die von Geh. Baurat Schmick geleitete ao. GV. am 30. Oktober genehmigte die Erhöhung des Grundkapitals um 290 auf 403 Mill. M. Der Vorsitzende wies darauf hin, daß das Kapital von 113 Mill. voll einbezahlt und teils wertbeständig, teils in Baumaterialien angelegt sei. Zunächst werde der Bau einer Metallhütte in Regensburg durchgeführt. Die Stadt Regensburg habe auf Grund inzwischen geführter Verhandlungen genehmigt, der Illerwerke A.-G. das dazu erforderliche Baugelände pachtweise zu überlassen. Mit dem Bau des Werkgebäudes könne sofort begonnen werden. Ueber das Er-

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 3 **München, 5. Februar 1924** **19. Jahrgang**

Die staulose Turbinenregulierung nach dem Verfahren von Poebing

(Esibe-Regulierverfahren.)

Nachdem auch in unserer Zeitschrift schon mehrfach das Verfahren der staulosen Turbinenregulierung als einer verbilligten Ausführung für alle nicht speicherfähigen Anlagen mit höheren Gefällen und als einzige Lösung für Gruppenregulierung mehrerer elektrisch gekuppelter (parallel arbeitender) Maschinensätze — wenn wir von den elektrischen Brennreglern bekannter Bauart absehen — erwähnt war[1]) und inzwischen die Theorie und Konstruktion an einem Modell und 2 ausgeführten Anlagen ausgereift ist, erscheint es am Platze über die eingehenden Modellversuche näher zu berichten, welche an dem auf der Nürnberger Wasserkraftausstellung 1922 ausgestellt gewesenen naturgetreuen Großmodell vorgenommen wurden. Da ja, wie bekannt, und sowohl im Turbinenbau wie im Wasserbau allgemein angewendet, in der Hydraulik in weitem Maße und mit großer Genauigkeit die Gesetze der Aehnlichkeit gelten, darf diesen Versuchen große Bedeutung und allgemeine Beweiskraft zugesprochen werden.

I. Beschreibung des Modelles.

(Von Dipl.-Ing. O. Poebing.)

Die vorstehende Abbildung 1 zeigt das im Auftrag der „Bawag", Bayerische Wasserkraft A.-G. im Hydraulischen Institut der Technischen Hochschule München seit November 1922 zur Prüfung aufgestellte Modell der Esibe-Regulierung nebst Versuchseinrichtung.

Das Modell selbst stellt in seiner vorliegenden Ausführung den Fall der nichtspeicherfähigen Großwasserkraftanlage dar, wie er in der chemischen Großindustrie die Regel bildet. Dasselbe besteht im wesentlichen aus 5 getrennt stehenden Maschinenaggregaten, den darunter befindlichen Wasserreservoiren mit Meßüberfällen, der Saug- und Druckrohrleitung mit Pumpe und Elektromotor am Ende der Leitungen, der in den Reservoiren eingebauten Düsenbremse, dem links deutlich sichtbaren Schaltpult und den Steuerorganen. Von den 5 Turbinen sind 4 Turbinen, die kleinste vom staatlichen Hüttenamt Maxhütte gebaute Type der Banki-Turbine.

Von den mit der Turbine direkt gekuppelten Stromerzeugern liefern 4 Generatoren Wechselstrom (110 Volt) in den Belastungswiderstand als Nutzstrom, 1 Generator (links) liefert den zur Erregung der Wechselstromgeneratoren erforderlichen Gleichstrom (30 Volt). Sämtliche Aggregate laufen normal mit 1500 Umdrehungen in der Minute. Die Regulierung der Erreger-Turbine erfolgt von Hand mit Regulierzungenschieber, die Regelung der als Grundbelastungsturbinen gebauten Arbeitsturbinen (1 PS) erfolgt bei Belastungsänderung zentral durch Betätigung des sogenannten Esibeverteilers, des von Poebing erfundenen neuen Steuerorganes. Diese Betätigung erfolgte bei den Vorführungen des Modells gelegentlich der Wasserstraßen- und Energiewirtschaftsausstellung in Nürnberg (siehe Zeitschrift „Die Wasserkraft" Septemberheft 1922), sowohl automatisch in Abhängigkeit von der Belastung bezw. der Drehzahl, als auch zwangläufig von Hand, bei den Versuchen an der Technischen Hochschule München zum Zwecke der Durchführung wissenschaftlicher Versuche nur von Hand.

[1]) Siehe diese Zeitschr. 1921, Heft 17, S. 220; 1922, H. 1, S. 10: H. 5, S. 91—92; H. 18, S. 363; ferner Elektrotechnik u. Maschinenbau 1922, H. 1, S. 9; Elektro-Journal 1922, H. 12, S. 291.

Das Modell, welches in Nürnberg vom 1. bis zum letzten Tage der Ausstellung bei den Vorführungen ohne wesentliche Störung gelaufen ist, wurde für einen Betriebsdruck von 20 m Gefälle gebaut. Bei den amtlichen Versuchen an der Technischen Hochschule München wurde es bei erhöhter Pumpendrehzahl mit 35—40 m Gefälle geprüft. Die Wassergeschwindigkeiten in Rohrleitung und Verteiler waren dabei sehr erhebliche, ebenso wie auch die Rohrlänge selbst. Die Schlußzeit der Rohrleitung betrug zwischen ½—1 Sekunde, so daß Druckschwankungen beim Regelvorgang zufolge Aenderung der insgesamt fließenden Wassermengen mit großer Genauigkeit zu erkennen waren.

Auf der Abbildung ist außer den Maschinenaggregaten und dem Gesamtaufbau links das Schaltpult mit Frequenzrelais, Synchronoskop, Gesamtamperemeter und den elektrischen Meßinstrumenten für die Einzelstromkreise zu sehen, die der Spannungs- und Stromanzeige für jedes Einzelaggregat, wie auch für die Gesamtanlage dienen. Eine Gleichstrombatterie (30 Volt) diente als Reserve und Sicherung gegen Stöße, die indeß auch bei abgeschalteter Batterie nicht weiter in Erscheinung getreten sind. Der gelieferte Strom wurde in Drahtwiderständen vernichtet bezw. in Wärme umgesetzt.

Durch die Versuche wurde der Nachweis erbracht, daß dem Erfinder des Esibe-Regulierverfahrens Dipl.-Ing. O. Poebing die zentrale Regelung von 4 getrennt stehenden Turbinenaggregaten sowohl bei Aenderung der Belastung als bei Aenderung der Wasserführung gelungen ist. Die letzteren vier Turbinen besitzen keine beweglichen Regulierteile, ebenso fehlen bei dem Modell die sonst üblichen Freilaufventile, die Schwungräder oder zusätzlichen Schwungmassen, sowie die Einzelregler.

Das nachfolgende Gutachten des Vorstands des Hydraulischen Institutes wurde der Schriftleitung der Wasserkraft in dankenswerter Weise durch die Bawag zur Verfügung gestellt. Die Schriftleitung gestattet sich, bei der außerordentlichen Wichtigkeit des Erfindungsgegenstandes die in Betracht kommenden Fachkreise zur Diskussion einzuladen.

II. Prüfungsbericht und Gutachten

des Hydraulischen Instituts der techn. Hochschule München.

Von der Bayerischen Wasserkraft A.-G. in München wurde dem Hydraulischen Institut eine als Modell einer Esibe-Regulierung bezeichnete kleine Maschinenanlage zur amtlichen Prüfung überwiesen, mit dem Ersuchen, außerdem ein Gutachten über die Esibe-Regulierung abzugeben.

I. Versuchsbericht:

Der grundsätzliche Aufbau der Versuchsanlage geht aus der beiliegenden Skizze 2 hervor. Von der durch eine Zentrifugalpumpe gespeisten Wasserzuleitung ist zunächst eine Leitung zu der Erregerturbine *A* abgezweigt, die mit Handregulierung versehen ist. Der weiterfließende Teil des Wassers gelangt in den Verteilungsschieber, in welchem sich der Wasserstrom teilt. Ein Teil fließt in die Verteilleitung der Turbinen, der andere zweigt in das Unterwasser ab. In beiden Strängen sind Drosselorgane (*x* und *y* in der Skizze) eingebaut, welche in der aus der Skizze ersichtlichen Art gleichzeitig verstellt werden. Aus der Verteilleitung gelangt das Wasser durch die Turbinenabsperrschieber *a* in die Maschinensätze B, C, D, E. Dieses bestehen

Digitized by Google

aus je einer kleinen nicht regulierbaren Banki-Turbine, von denen jede mit einem 1-Phasen-Generator direkt gekuppelt ist. Das im Verteilungsschieber abzweigende Wasser tritt zunächst durch ein von Hand einstellbares Drosselorgan *z* hindurch und dann durch einen sog.*) Energievernichter in das Unterwasser ein.

Die beiden Drosselorgane *x* und *y* werden in der schematischen Skizze durch einen gemeinsamen Hebel verstellt, der in seiner Mittelstellung gezeichnet ist. In der Stellung 0 0 ist das Drosselorgan *x* ganz oder fast ganz geschlossen, das Drosselorgan *y* ganz geöffnet, während in der Stellung 11 das Drosselorgan *x* ganz geöffnet, das Drosselorgan *y* ganz geschlossen ist.

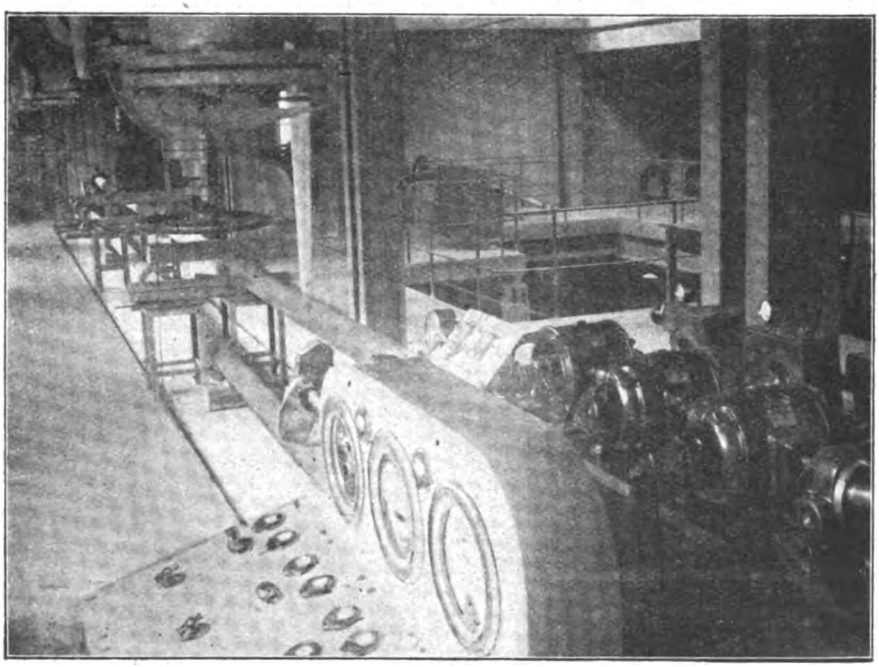


Abbildung 1. Modell der Anlage und Versuchsanordnung.

Der Verteilungsschieber soll dazu dienen, die Leistung der an die Verteilleitung jeweils (durch die Turbinenschieber *a)* angeschlossenen Turbinen durch Abdrosselung des Wasserdruckes in der Verteilleitung beliebig zu vermindern und andererseits die dabei auftretende Verminderung des Wasserverbrauches der Turbinen durch Auslassen von Wasser in den Energievernichter auszugleichen. Naturgemäß muß bei einer Bewegung des Verteilschiebers die in den Energievernichter strömende Wassermenge um so kleiner werden, je weniger Turbinen durch die Turbinenabsperrschieber *a* an die Verteilleitung angeschlossen sind. Das Drosselorgan *z* dient dazu, diese Veränderung in der Wasserführung zum Energievernichter einzustellen; es muß also, je nach dem mehr oder weniger Turbinen an die Verteilleitung angeschlossen sind, weiter oder weniger weit geöffnet werden. Ein vollständiger Ausgleich ist jedoch nicht möglich; es kann bei dem hier schematisch zugrunde gelegten Zusammenhang eine vollständige Unveränderlichkeit der Gesamtwassermenge nur für e i n e bestimmte Anzahl angeschlossener Turbinen erreicht werden, während für eine andere Anzahl an die Verteilleitung angeschlossener Turbinen Fehlerreste übrigbleiben, deren Bestimmung u. a. Zweck der Versuche waren.

Zur Messung der durch die Verteilleitung strömenden Wassermenge und der durch den Energievernichter abfließenden Wassermenge sind am Modell Meßüberfälle angebracht, die sich jedoch als zur Messung nicht geeignet erwiesen haben. Es wurde deswegen in die Wasserzuleitung von der Zentrifugalpumpe her eine Wassermeßvorrichtung eingebaut, die aus zwischen die Rohrflanschen eingelegten Blenden bestand. Die an den Blenden sich ergebenden Druckdifferenzen wurden durch ein Quecksilber-Manometer in Differenzialschaltung gemessen, so daß unter Benützung bekannter Koeffizienten die Bestimmung der Gesamtwassermenge möglich war. Die bei Verstellung des Verteilschiebers entstehenden Veränderungen der Gesamtwasserführung konnten so mit großer Genauigkeit angegeben werden.

An dem Modell war ferner eine Einrichtung zur selbsttätigen Regulierung der Geschwindigkeit angebracht. Da diese sich jedoch nicht als betriebsfähig erwies, wurde auf automatische Geschwindigkeitsregulierung überhaupt verzichtet und der Verteilschieber von Hand verstellt unter gleichzeitiger Aenderung der Belastung. Die Ergebnisse der Versuche sind auf dem Skizzenblatt 3 dargestellt. Der Umstand, daß die Leistungsfähigkeit bei Zuschaltung von 4 Turbinen geringer ausgefallen ist als bei Einschaltung von nur 3 Turbinen, ist nicht nur dem größeren Druckverluste im Verteilungsschieber zuzuschreiben, sondern auch dem Umstande, daß bei der größeren Wasserführung der Wasserablauf aus den Turbinenhauben zu stark behindert war.

Durch die Gesamtanordnung ist bedingt, daß einer gegebenen Stellung des Verteilschiebers ein umso geringerer Druck in der Verteilleitung entspricht, je größer die Anzahl der mitlaufenden Maschinensätze ist. Die Stellung, bis zu der der Verteilschieber bewegt werden muß, um die Leistung auf 0 zu bringen, ist deswegen je nach der Anzahl der mitlaufenden Turbinen verschieden. In den Kurvendarstellungen sind an jeder Kurve 2 Punkte vermerkt: der eine mit einem runden Kreise vermerkte bezeichnet diejenige Stellung des Verteilschiebers, die bei unerregtem Generator notwendig ist. um die Leistung auf 0 zu bringen; die mit einem Kreuz bezeichneten Punkte bezeichnen die Hubgrenzen, die man bei der praktischen Ausführung ungefähr wird zugrundelegen müssen, um die Turbinen sicher in der Gewalt zu haben und um etwaigen kleinen Abnützungen der Getriebe usw. Rechnung zu tragen.

Für die Bewertung der Kurven können 2 Gesichtspunkte zugrundegelegt werden: einmal kann man sich denken, daß eine Einrichtung getroffen ist, welche den Hub des Verteilschiebers je nach der Anzahl der zugeschalteten Turbinen verschieden begrenzt, andererseits kann man aber auch annehmen, daß mit Rücksicht auf die Komplikation, welche eine derartige Einrichtung mit sich bringt, (wenn sie nicht vom Maschinenwärter bedient werden soll, sondern selbsttätig durch die Bewegung der Turbinenschieber verstellt wird) davon abgesehen wird, den Hub in veränderlicher Weise zu begrenzen.

Die Kurve des Skizzenblattes 3 gestattet für beide Fälle die Veränderungen des Gesamtwasserverbrauchs der Anlage abzulesen. Am ungünstigsten ist: bei veränderlicher Hubbegrenzung der Fall, daß 2 Turbinen mitlaufen, bei unveränderlicher Hubbegrenzung der Fall, daß 3 Turbinen mitlaufen; im ersten Falle ergibt sich eine Veränderung der Gesamtwassermenge innerhalb der Grenzen von + 11 Proz. und — 8 Proz. der Wasserführung bei Volleistung, während im zweiten Falle die Veränderungen in den Grenzen + 12 Proz. und — 19 Proz. sind. Eine Verbesserung dieser Ziffern dürfte kaum zu erreichen sein; daß sie nicht noch wesentlich größer geworden sind, war nur dadurch möglich, daß Herr Dipl.-Ing. P o e b i n g vor den Versuchen die günstigsten Verhältnisse für den Verteilungsschieber selbst und für die Stellungen des Drosselorgans *z* sorgfältig ausprobiert hat.

*) Es muß darauf hingewiesen werden, daß in dem „Energievernichter" nur der letzte Rest der Wasserenergie vernichtet wird: die Energie wird ganz überwiegend durch die beiden Drosselorgane *y* und *z* vernichtet.

Digitized by Google

Die Drucksteigerungen, die man bei plötzlichen Entlastungen derartiger Anlagen zu gewärtigen hat, werden sich bei veränderlicher Hubbegrenzung etwa in denselben Grenzen halten, die man bei der Verwendung der jetzt in der Technik gebräuchlichen Freilaufventile auch zuläßt. Bei diesen letzteren ist allerdings das Auftreten von größeren Druckschwankungen nur dem Umstand zuzuschreiben, daß man bei der Aufstellung und Einstellung der Freilaufventile meist nicht mit besonders großer Sorgfalt vorgeht. Die

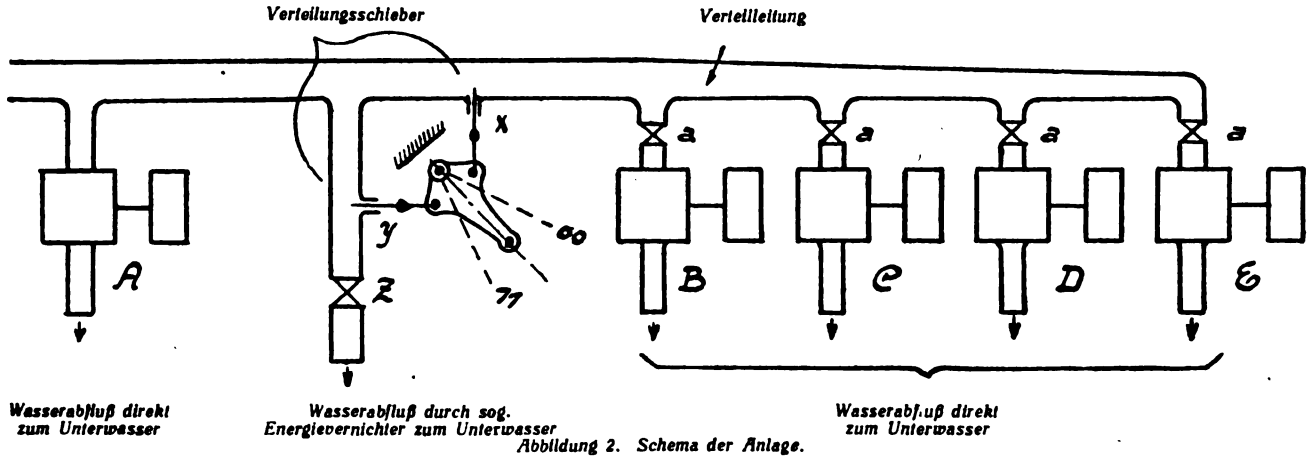


Abbildung 2. Schema der Anlage.

Drucksteigerungen bei Ausrüstung der Anlage mit veränderlicher Hubbegrenzung würden auch bei sehr schneller Verstellung des Verteilungsschiebers den Betrag von etwa 40 Proz. nicht überschreiten; es wären also im Hinblick auf Druckschwankungen in der Zuleitung sehr kurze Schlußzeiten zulässig, so daß die Kürze der Schlußzeit nicht durch die Rücksichten auf Drucksteigerung der Zuleitungen, sondern durch andere Rücksichten begrenzt wird.

Sieht man dagegen von der Anbringung einer veränderlichen Hubbegrenzung ab, so sind bei Entlastungen immerhin merklich größere Drucksteigerungen zu erwarten als — bei gleicher Schlußzeit — bei den in der Technik zur Zeit üblichen anderen Vorrichtungen.

Von den sonst noch vorgenommenen Messungen seien erwähnt: die Messung des Druckverlustes am Verteilschieber in der ganz offenen Stellung (Nr. 11). Sie ergab 6 m Wassersäule Druckverlust; die Messung der Regulierarbeit des Verteilschiebers (= größtes Drehmoment × Winkel im Bogenmaß). Sie ergab etwa 1 mkg Regulierarbeit.

II. Gutachten:

a) Wirkungsweise und Anwendungsbereich;
b) Schwierigkeiten bei Regulierung mehrerer Maschinensätze durch einen Regler;
c) Kritik geltend gemachter Vorzüge;
d) Anwendung als Sicherheitsregler;
Zusammenfassung.

a) Wirkungsweise und Anwendungsbereich:

Um eine innerhalb der Leistungsfähigkeit der Anlage liegende, aber sonst beliebig gegebene Wassermenge verlustlos verarbeiten zu können, muß außer den durch den Verteilungsschieber beeinflußten und einzeln nicht regulierbaren Maschinensätzen mindestens noch ein weiterer regulierbarer und nicht vom Verteilungsschieber abhängiger Maschinensatz hinzugefügt werden. Dieser regulierbare Maschinensatz würde etwa der Erregermaschine des Modells entsprechen, darf jedoch natürlich keine Erregermaschine sein, sondern muß auf das gleiche Netz arbeiten, wie die an den Verteilungsschieber angeschlossenen Maschinensätze. Es sei beispielsweise eine Anlage gegeben, die aus einem regulierbaren Maschinensatz und 4 nicht einzel regulierbaren, an einen gemeinsamen Verteilungsschieber angeschlossenen Maschinensätzen besteht, wobei alle 5 Maschinensätze gleiches Schluckvermögen haben sollen; wenn dann beispielsweise das 3¼-fache derjenigen Wassermenge verfügbar ist, die der Vollbeaufschlagung einer Turbine entspricht, würde man an die Verteilleitung 3 Maschinensätze anschließen und außerdem den unabhängigen Maschinensatz mit ¼ beaufschlagen. Man kann dann alles verfügbare Wasser ausnützen. Der Gesamtwirkungsgrad wird dabei allerdings etwas niedriger sein als er bei gleichmäßiger Beaufschlagung von 4 regulierbaren Maschinensätzen gleicher Größe ausfallen würde, jedoch ist der Unterschied nicht erheblich. Wenn eine Belastungsverminderung eintritt, so daß nicht das ganze verfügbare Wasser mehr gebraucht wird, bleibt die Gesamtwassermenge — abgesehen von den früher erwähnten Fehlerresten unverändert, indem das überschüssige Wasser durch den Energievernichter abgeleitet wird. Die Energievernichtung ist wirtschaftlich unschädlich, wenn entweder

1. dauernd Wasser im Ueberschuß vorhanden ist, oder
2. die Anlage nicht speicherfähig ist, oder
3. Belastungsänderungen betriebsmäßig nicht vorkommen.

Der erste Fall kommt in Deutschland fast nie und auch in anderen Ländern nur sehr selten vor und kann außer Betracht bleiben. Der zweite Fall ist ebenfalls sehr selten, denn auch die sog. nichtspeicherfähigen Wasserkräfte gestatten fast immer für kurze Zeit eine gewisse Speicherung durch Erhöhung des Wasserspiegels im Obergraben. Der dritte Fall kommt praktisch dann vor, wenn ein kleineres Kraftwerk seine ganze Leistung ununterbrochen an ein großes, im Wesentlichen durch Wärmekraftmaschinen gespeistes Netz abgibt. Dagegen dürfte bei Abgabe elektrischer Energie zu chemischen Zwecken sich die beim Arbeiten der Esibe-Regulierung eintretende Energievernichtung in den meisten Fällen immerhin wirtschaftlich ungünstig bemerkbar machen. Bei den meisten chemischen Betrieben wird nämlich häufig der Fall vorkommen, daß ein größerer Stromverbraucher auf kurze Zeit, und sei es auch nur auf 10 Minuten, ausgeschaltet wird. Zu Zeiten der Wasserknappheit ist es dann sehr erwünscht, während der Belastungsverminderung den Wasserspiegel im Obergraben wieder etwas hinaufzubringen, und bei dauernder Wiederholung dieses Falles ergibt die Summierung der Wasser-Ersparnisse über das ganze Jahr immerhin merkliche Vorteile. Man wird also auch bei diesen Fällen zu Wasser sparenden Regulierungen der üblichen Bauarten greifen, so daß die Esibe-Regulierung wirtschaftlich nur bei Kraftwerken der erwähnten Art, die dauernd die volle verfügbare Leistung an ein großes Netz abgeben, gerechtfertigt sein wird. Dies werden allerdings nur kleinere Kraftwerke sein, denn bei Werken großer Leistung wird man immer damit zu rechnen haben, daß sie auch selbständig müssen betrieben werden können.

b) Schwierigkeiten bei Regulierung mehrerer Maschinensätze durch einen Regler.

Bei eingehender Erwägung, wie sich ein Betrieb mit der Esibe-Regulierung gestalten würde, ergibt sich das Auf-

Digitized by Google

treten verschiedener Schwierigkeiten, von denen die wesentlichen hier besprochen werden sollen.

Die erste Schwierigkeit ergibt sich schon bei der Frage, von welcher Welle oder von welcher Stromquelle aus der Regler angetrieben werden soll. Zunächst sei der Antrieb des Fliehkraftpendels oder allgemein gesagt, derjenigen

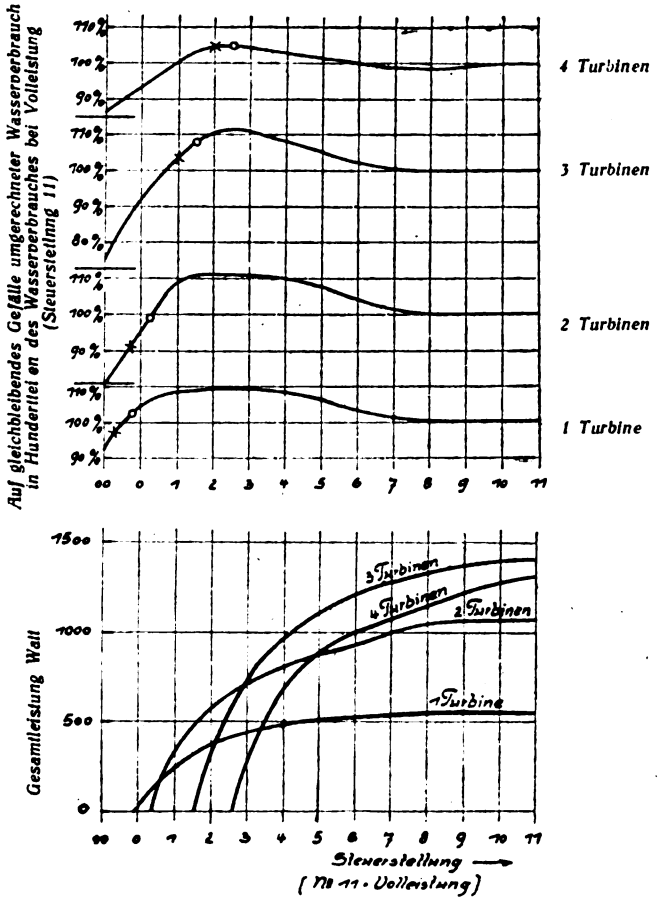


Abbildung 3. Versuchsergebnisse.

Vorrichtung, welche auf Drehzahlerhöhungen oder Frequenzerhöhungen anspricht, besprochen. Am nächsten liegt es, das Fliehkraftpendel durch einen an der Sammelschiene liegenden Synchronmotor anzutreiben Diese Art des Antriebes hat den Nachteil, daß ein Maschinensatz, der während des Betriebes von der Sammelschiene durch den Maschinenschalter, sei es von Hand, sei es durch die Maximalauslösung, abgeschaltet wird, zum Durchgehen kommt. Nun sollen zwar die von Wasserturbinen angetriebenen Generatoren durchgangssicher gebaut sein; es ist aber höchst unerwünscht im Kraftwerk selbst die Probe darauf zu machen, bezw. zu wiederholen. Außerdem ist zu beachten, daß beim Durchgehen auch sehr erhebliche Spannungssteigerungen in dem abgeschalteten Generator auftreten, insbesondere wenn die Erregermaschine angebaut ist, so daß auch die elektrische Festigkeit des Generators sehr stark beansprucht werden würde. Um die meines Erachtens unbedingt notwendige Sicherung gegen das Durchgehen eines Maschinensatzes bei Abschaltung von der Sammelmaschine unmöglich zu machen, könnte man z. B. ein Pendelmotor statt an die Sammelschiene vielmehr an einen Generator anschließen; gleichzeitig müßten die Maschinenschalter derart miteinander verbunden sein, daß beim Herausnehmen oder Herausfallen eines Schalters alle übrigen Schalter auch auslösen: dadurch wird bewirkt, daß immer auch der den Pendelmotor antreibende Generator entlastet und dadurch der Regler in Tätigkeit gesetzt wird. Der für den Antrieb der Reglerpumpe nötige Motor müßte in gleicher Weise geschaltet werden.

Da man den Betrieb des Kraftwerks nicht von dem Arbeiten eines bestimmten Maschinensatzes abhängig machen kann, wird es nötig sein Schalter vorzusehen, welche gestatten die beiden Motoren an einem beliebigen Generator anzuschließen. Die dafür erforderlichen Schalter, Sicherungen usw. verursachen naturgemäß unerwünschte Kosten. Für den Betrieb hat diese Einrichtung allerdings auch einen Nachteil. Erfahrungsgemäß fallen bei Störungen im Netz nicht immer alle Maschinenschalter heraus, sondern infolge von Unregelmäßigkeiten, z. B. nicht ganz gleichmäßiger Einstellung der Maximalstromstärken oder der Verzögerung kommt es vor, daß nur ein Schalter oder nur einige Schalter herausfallen, während andere eingeschaltet bleiben. Bei Anwendung der eben erwähnten Verbindung der Schalter muß man es also in Kauf nehmen, daß eine Störung, die sich bei der üblichen Art der Regulierung nur auf einen Teil der Anlage erstreckt hätte, hier das ganze Kraftwerk ausfallen läßt.

Eine zweite Schwierigkeit entsteht durch die Notwendigkeit, daß zwischen Verteilungsschieber und Energievernichter das eingeschaltete Drosselorgan z (Skizze 1) je nach der Anzahl der an die Verteilleitung jeweils angeschlossenen Turbinen verschieden einzustellen. Bei den Versuchen wurde diese Einstellung von Hand gemacht, bei einem ausgeführten Kraftwerk wäre dies jedoch bedenklich. Man wird die Esibe-Regulierung natürlich nur dann anwenden, wenn die Verhältnisse der Rohrleitung derart liegen, daß bei Abwesenheit eines Freilauforgans gefährliche Drucksteigerungen auftreten. Bei falscher Einstellung des Drosselorgans z können aber, insbesondere wenn eine Mehrzahl von Maschinen an die Verteilleitung angeschlossen ist, fast ebenso große Drucksteigerungen auftreten, wie bei Abwesenheit eines Freilauforgans. Die Anlage würde also gefährdet sein, wenn der Maschinenwärter die Einstellung des Drosselorgans z versäumt oder aus Versehen falsch vornimmt. Man wird deswegen verlangen müssen, daß das Drosselorgan z durch eine entsprechende mechanische Verbindung mit den Turbinen-Absperrschiebern immer selbstätig richtig eingestellt wird. Dies bedingt durch die notwendigen Gestänge usw. eine Komplikation und einen unerwünschten Kostenaufwand.

Der schwerwiegendste Nachteil der gemeinsamen Regulierung vieler Maschinensätze durch einen Regler liegt meines Erachtens jedoch darin, daß man dann den Betrieb des ganzen Kraftwerkes von dem richtigen Arbeiten einer einzigen Einrichtung abhängig macht, so daß bei Störungen im Regler oder an dem Verteilungsschieber das ganze Kraftwerk still liegen muß. Dies widerspricht dem sich neuerdings immer mehr Geltung verschaffenden Grundsatz, in den Kraftwerken die einzelnen Maschinensätze sowohl in mechanischer, wie in elektrischer Beziehung möglichst unabhängig voneinander zu machen.

c) Kritik geltend gemachter Vorzüge:

Für die Esibe-Regulierung werden im Wesentlichen folgende Vorzüge geltend gemacht:

1. Kostenersparnis durch Anwendung nur eines Reglers und eines Freilauforgans, statt einer Vielzahl von Reglern und Freilauforganen.
2. Kostenersparnis durch sehr bedeutende Verminderung der Regulierarbeit gegenüber der Leitschaufelregulierung.
3. Bessere Turbinenwirkungsgrade durch Fortfall des verstellbaren Leitapparates.
4. Kostenersparnis bei der Turbine, die nicht mit einstellbaren Leitvorrichtungen ausgerüstet werden muß.
5. Geringerer Preis des Generators, der nicht mit zusätzlichen Schwungmassen versehen sein muß.
6. Fortfall des Wasserschlosses und der Freilaufleitung vom Wasserschloß.
7. Gegenseitig unabhängige Einstellung von Gesamtwassermenge und Kraftwerkleistung.

1. Kostenersparnis durch Anwendung nur eines Reglers und eines Freilauforgans, statt einer Vielzahl von Reglern und Freilauforganen.

Dieser Anspruch ist zweifellos berechtigt: auch die unter b) erwähnten notwendigen Hinzufügungen für den Esibe-

Digitized by Google

Regler dürften die Kostenersparnis an den Reglern selbst nicht aufzehren. Dagegen wird die geringere Betriebssicherheit der nur mit einem Regler ausgerüsteten Anlage als ein erhebliches Gegengewicht gegen die Kostenersparnis zu bewerten sein.

2. Kostenersparnis durch sehr bedeutende Verminderung der Regulierarbeit gegenüber der Leitschaufelregulierung.

Ob sich die Regulierarbeit für die Betätigung des Verteilungsschiebers erheblich geringer ergeben wird als für die Betätigung der Leitapparate kann nicht als sicher angesehen werden. Bei dem Versuchsmodell wurde eine Regulierarbeit von 1 mkg gemessen; die Leitapparate von 4 Francis-Turbinen mit gleicher Leistung, wie die beim Modell verwendeten Banki-Turbinen, hätten zusammen ungefähr die gleiche Regulierarbeit erfordert. Erschwerend kommt hinzu, daß der Verteilungsschieber bei dem Modell sehr viel zu klein ist: es ergeben sich in ihm bei voller Oeffnung 6 m Druckverlust, das sind rund 17 Proz. des Gefälls. Der Verteilungsschieber muß also erheblich größer und wohl auch in anderer Form konstruiert werden, denn selbst ein Verlust von nur 1 Proz. des Gefälls fällt wirtschaftlich schon sehr ungünstig ins Gewicht. Bei Vergrößerung des Verteilungsschiebers wird es natürlich noch

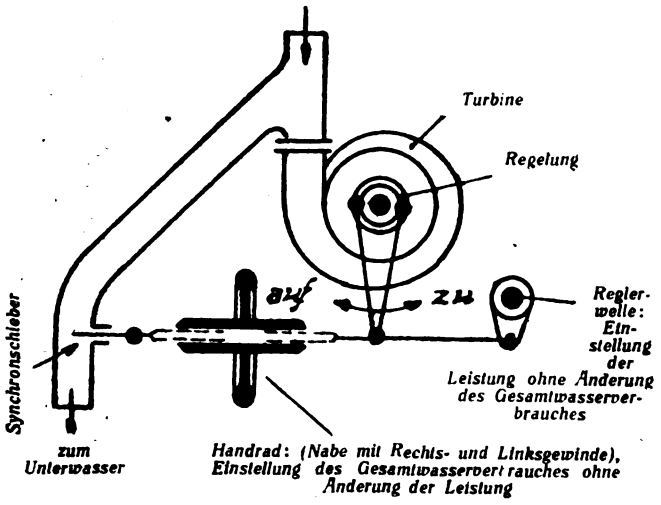


Abbildung 4. Turbine mit Synchronschieber.

schwieriger die Regulierarbeit herabzusetzen. Eine theoretische Grenze für die Verkleinerung der Regulierarbeit gibt es allerdings nicht, so daß man die Möglichkeit der Verkleinerung jedenfalls nicht a priori abstreifen kann. Immerhin mahnt der Umstand zur Vorsicht, daß die Praxis mit den üblichen Freilaufventilen ergeben hat, daß man zu ihrer Betätigung ungefähr die gleichen Arbeitsleistungen vorsehen muß, wie für die Betätigung des Turbinenleitapparates, um ein betriebssicheres Arbeiten auch bei Eindringen von Sand, Kalkansatz, usw. zu gewährleisten. Es kommt hinzu, daß wenigstens für kleinere Regler die Kosten des Reglers viel langsamer abnehmen, als das Arbeitsvermögen. Ich kann daher dem unter 2. beanspruchten Vorteil zunächst keine Bedeutung beimessen.

3. Bessere Turbinenwirkungsgrade durch Fortfall des verstellbaren Leitapparates.

Es ist wahrscheinlich, daß sich eine Wirkungsgrads-Verbesserung erreichen läßt. Sie wird jedoch sehr klein sein und im günstigsten Falle den Verlust an durchschnittlichen Wirkungsgraden ausgleichen, den man dadurch erleidet, daß man die nicht an den Verteilungsschieber angeschlossenen Turbinen zeitweise ungünstig beaufschlagen muß.

4. Kostenersparnis bei der Turbine, die nicht mit einstellbaren Leitvorrichtungen ausgerüstet werden muß.

Diese Kostenersparnis läßt sich, wenn die Konstruktion derartiger nicht regulierbarer Turbinen normalisiert werden würde, fraglos erreichen. Dagegen steht der Nachteil, daß man bei den Turbinen auf diejenige Leistung beschränkt ist, welche dem höchsten Wirkungsgrade entspricht, während man bei Anwendung verstellbarer Leitapparate die Leistung über die bei höchstem Wirkungsgrade vorhandene Leistung hinaus noch um 25—30 Proz. steigern kann, wenn auch natürlich unter Zulassung einer Wirkungsgradsminderung. Zur Erreichung derselben Leistung müssen also nicht regulierbare Turbinen von vorneherein größer gewählt werden. Dies wird die Kostenersparnis durch Fortfall der verstellbaren Leitapparate teilweise ausgleichen.

Vor die nächsten Punkte besprochen werden, ist es nötig, kurz die bisher in der Technik üblichen Vorrichtungen zu skizzieren, mit denen die Esibe-Regulierung in Wettbewerb zu treten hätte. In Skizze 4 ist schematisch eine mit einem sog. Synchronschieber ausgerüstete Turbine gezeichnet, bei der von der Regulierwelle gleichzeitig die Leitschaufeln und der Synchronschieber verstellt werden. Die Oeffnung des Synchronschiebers und mit ihr gleichzeitig die größte für die Turbine mögliche Leitschaufel-Oeffnung können durch das gezeichnete Handrad eingestellt werden. In Skizze 5 ist das heute meistens ausgeführte Freilaufventil im Zusammenhang mit der Turbine gezeichnet; beim Schließen der Leitschaufeln öffnet der Regler gleichzeitig

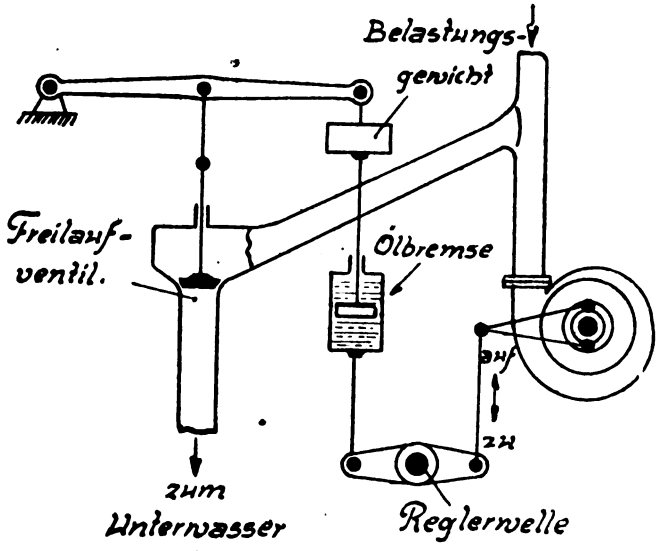


Abbildung 5. Turbine mit Freilaufventil.

das Freilaufventil, welches sich, durch eine Oelbremse gedämpft, nachher langsam wieder von selbst schließt; bei einer Oeffnungsbewegung der Regulierwelle findet keine Bewegung des Freilaufventils statt.

Punkte 5—7.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß bezüglich dieser Punkte der bekannte Synchronschieber genau dasselbe leistet, wie die Esibe-Regulierung. Insbesondere wird beim Synchronschieber (Skizze 4) durch die Bewegungen der Reglerwelle die Kraftleistung ohne Aenderung des Gesamtwasserverbrauches eingestellt, während durch das Handrad umgekehrt der Gesamtwasserverbrauch ohne Aenderung der Leistung verstellt werden kann. Der Synchronschieber ist der Esibe-Regulierung sogar insofern noch überlegen, als er ohne Zuhilfenahme einer besonderen Regulierturbine die Anpassung an einen veränderlichen Wasserzufluß in stetiger Weise gestattet.

Synchronschieber sind in den früheren Entwicklungsstadien des Turbinenbaues häufig verwendet worden, während man neuerdings fast immer Freilaufventile nach dem Schema der Skizze 5 anordnet. Der Grund dafür ist einerseits, daß doch in den meisten Fällen die Zurückhaltung des Wassers während kurzzeitiger Belastungsverminderungen wünschenswert ist, andererseits auch der, daß man insbesondere bei hohen Gefällen bei der dauernden Energievernichtung, die beim Synchronschieber ebenso auftritt, wie

Digitized by Google

bei der Esibe-Regulierung, Schwierigkeiten mit Abnützungen hatte. Es hat sich also in der Praxis herausgebildet, daß man die Notwendigkeit eines Generators mit zusätzlichen Schwungmassen auszurüsten und gegebenenfalls ein Wasserschloß einzubauen zur Vermeidung der erwähnten Nachteile, die beim Synchronschieber und der Esibe-Regulierung in gleicher Weise auftreten, in Kauf genommen hat.

Da die Möglichkeit, die Freilaufleitung vom Wasserschloß zu sparen erwähnt worden ist, muß ich meine abweichende Meinung hier darlegen. — Wenn eine Freilaufleitung überhaupt, d. h. auch bei Anwendung eines Freilaufventils der Skizze 5 nötig ist, wird man sie meines Erachtens auch bei Anwendung eines Synchronschiebers oder der Esibe-Regulierung kaum entbehren können. Das Ablassen des bei geringer Kraftwerkleistung nicht gebrauchten Wassers durch den Synchronschieber, bezw. den Verteilungsschieber der Esibe-Regulierung hat praktisch den Nachteil, daß dann der Rechen dauernd geputzt werden muß. Auch ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß sich der Rechen verstopft, insbesondere im Winter bei Eisandrang, und daß dann bei Abwesenheit einer Freilaufleitung der Oberwassergraben überläuft.

Bei einer Anlage, deren Turbinen mit Synchronschiebern ausgerüstet sind, wäre es natürlich ebenfalls möglich alle Leitapparate und alle Synchronschieber durch mechanische Kuppelung von einer Regulierwelle aus zu betätigen, somit ebenfalls mit nur einem Regler auszukommen. Praktisch ist dies meines Wissens noch nicht ausgeführt worden aus denselben Gründen, die bei der Esibe-Regulierung infolge der Abhängigkeit aller Turbinen von einem Regler auftreten. Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Esibe-Regulierung jedenfalls nicht mehr leistet, als der Synchronschieber, so daß etwaige Vorteile der Esibe-Regulierung darin gesucht werden müßten, daß die Gesamtanlage billiger wird. Da bei der Esibe-Regulierung, wie aus früherem vorgeht, verschiedene Teile hinzugefügt werden müssen, um die nötige Betriebssicherheit zu erreichen, dürfte sich eine irgendwie in Betracht kommende Verbilligung gegenüber den bekannten Ausführungen nicht erreichen lassen.

d) Anwendung als Sicherheitsregler.

Ich halte es jedoch nicht für ausgeschlossen, den Gedanken, welcher dem Esibe-Regulierverfahren zugrunde liegt, zur Ausbildung eines Sicherheitsreglers zu verwenden. In Betracht kommen dafür natürlich nur solche Anlagen, bei denen eine Entlastung betriebsmäßig nicht vorkommt. Man würde dann beispielsweise bei jedem Maschinensatz ein von der Turbinenwelle angetriebenes Flichkraftpendel oder eine gleichwertige Vorrichtung (Schlagbolzen) anordnen, welche bei erheblicher Ueberschreitung der normalen Drehzahl eine Auslösung betätigt, durch welche der Regler zum Schließen veranlaßt wird. Da der Regler in diesem Falle nur ausnahmsweise zu arbeiten hat, dürfte es in vielen Fällen möglich sein, statt des Drucköles Druckwasser aus der Leitung zu verwenden und damit die Schwierigkeiten mit dem Oelpumpenantrieb auszuscheiden. Die Turbinen könnten dann in der üblichen Bauart mit Handregulierung durch Leitschaufeln oder Düsen versehen werden. Für die geschäftliche Ausnützung dieses Gedankens ist allerdings der Umstand unangenehm, daß diese Vorrichtung für jede Anlage eigens entworfen werden müßte, da sie nicht wie ein gewöhnlicher Turbinenregler als normaler Apparat fabriziert werden kann. Eine Vereinfachung wird in gewissen Fällen dadurch möglich sein, daß man von der Verstellung des Drosselorgans vor dem Energievernichter absieht und die feste Einstellung bezw. die Bauform des Verteilungsschiebers so wählt, daß beim größtmöglichsten Wasserverbrauch der Turbinen keine unzulässig hohen Drucksteigerungen entstehen. Wenn der Sicherheitsregler dann bei geringerem Wasserverbrauch der Turbinen in Tätigkeit tritt, entsteht in der Rohrleitung eine starke Druckabnahme, die aber manchmal wird zugelassen werden können. Natürlich muß davor gewarnt werden, dieses Verfahren kritiklos auf alle Fälle anwenden zu wollen.

Es sei ausdrücklich erwähnt, daß die obige Beurteilung sich nur auf die vorgelegte bezw. erwähnte Anordnung bezieht, nicht aber auf andere Anordnungen, welche sich daraus vielleicht entwickeln und die vielleicht eine andere Wirkungsweise haben, auch wenn sie mit dem gleichen Namen belegt werden.

Thoma, Vorstand des Hydraulischen Instituts.

Die Wirkungsweise der schwebenden Bauten im geschiebeführenden Fluß[1])

Von Oberregierungsrat Dr. Ing. Kurzmann, München.

Zum Rüstzeug des Ingenieurs, der sich mit der Korrektion geschiebeführender Flüsse befaßt, gehören die schwebenden Bauten, seitdem in den letzten Dezennien des vorigen Jahrhunderts der bayerische Baurat Wolf die nach ihm benannten „Wolf'schen Gehänge" in weitestem Maße angewandt hat, um bei der Korrektion der Isar den Fluß zur Mitwirkung heranzuziehen.

Die Wolf'schen Gehänge waren 2—5 m lange und eine Faschinenlänge breite Faschinentafeln, die mit wagrechten Stangen und Draht an eingerammten Pfählen in Mittel- oder Niederwasserhöhe im Fluß aufgehängt wurden. In neuerer Zeit verwendet man in Bayern mit dem gleichen Ergebnis einfache Pfahlreihen, an denen etwa in Mittelwasserhöhe 3—4 Stangen befestigt werden. Diese Bauten haben die Eigenschaft, vor sich den Flußschlauch zu vertiefen und hinter sich Geschiebe abzulagern, ferner die Strömung des Wassers in gewünschter Weise zu leiten.[2]) Die gleichen Eigenschaften zeigen zwar auch feste Flußbauten, wenn sie zweckmäßig angelegt sind, jedoch wirken sie niemals in solch kurzer Zeit wie die Gehängebauten, für die vor allem charakteristisch ist, daß das Geschiebe überaus rasch hinter ihnen abgelagert wird.

Wenn man sich auch vollständig darüber klar ist, in welcher Weise die Gehängebauten zu gebrauchen sind und welches der Erfolg ihrer Anwendung ist, so bestehen doch noch sehr verschiedene Meinungen darüber, auf welcher Ursache die Wirkung der Gehänge eigentlich beruht.

Kreuter[3]) gibt davon folgende Erläuterung: „Hinter dem Bau ist die Wassertiefe etwas geringer als davor, und wenn sich, sei es infolge von Rückstau oder von erschwertem Abfluß, daselbst auch noch das Gefälle vermindert, so muß die erwartete Wirkung — nämlich, daß sich der Kies unter dem Gehänge durchschiebt — sicher eintreten. Der sich hinter dem Bau nach den erklärten Gesetzen ablagernde Kies durchwandert anfänglich noch eine ziemliche Strecke. Mit der Erhöhung der Sohle erlahmt rasch die Schleppkraft, die einzelnen Schichten werden immer kürzer und häufen sich hinter dem Bau an, eine Bank bildend."

Diese Erklärung, die auf der Schleppkraft-Formel von Du Boys[4]) fußt, ist nicht stichhaltig, denn es trifft durchaus nicht immer zu, daß zu Anfang des Wirkens der Gehänge die Wassertiefe hinter dem Gehänge geringer ist als vor dem Gehänge.

Engels[5]) nimmt zu der Frage in folgender Weise Stellung:

„Vor den im Wasser schwebenden Strauchtafeln entstehen Stauungen und örtliche Geschwindigkeitsvergrößerungen, hierdurch aber Vertiefungen und Querschnitt-Erweiterungen, hinter ihnen Geschwindigkeits-Ermäßigungen und deshalb Sinkstoffablagerungen. Diese Ablagerungen wirken selbst auf ihre eigene Ausdehnung hin und rufen in

[1]) Ausführliche Literaturangaben über schwebende Bauten findet man bei Dr.-Ing. Frz. Leiner, Der Gehängebau, Leipzig 1909.

[2]) Leiner, a.a.O. Seite 10.

[3]) Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 3. Teil, 6. Bd., 5. Aufl., 1921, Der Flußbau, § 47.

[4]) Näheres zur Beurteilung dieser Formel siehe Kurzmann, Beobachtungen über Geschiebeführung, München 1919, Verlag A. Huber, Neuturmstr. 2a.

[5]) Engels, Handbuch des Wasserbaues, 3. Teil, 3. Abschn., 2. Aufl. 1921, Seite 458.

Digitized by Google

Verbindung mit dem schwebenden Baukörper eine Auflandung bis zu dessen Höhe hervor."

Hierin kommt ebenfalls nicht einwandfrei zum Ausdruck, wodurch eigentlich bewirkt wird, daß das Geschiebe unter dem Gehänge durchgeschoben und dann abgelagert wird.

Das Gleiche muß von den Darlegungen Leiners[6]) gesagt werden, der den Gehängebau eingehend behandelt und seine Wirkungsweise folgendermaßen schildert:

„Die von der Strömung herangeführten Wassermassen werden durch die Gehänge in ihrer freien Fortbewegung gehemmt und suchen, teils infolge der mitgebrachten lebendigen Kraft, teils infolge der hydraulischen Ueberdruckhöhe, die durch Anstauung vor der Bauanlage geschaffen wird, gleichzeitig mit dem herangeführten Geschiebe einen Ausweg unter — bei höheren Wasserständen auch über — den Gehängen. Die unmittelbaren Folgen sind Sohlenvertiefungen vor und unter der Bauanlage, da das Wasser hier nicht allein mit größerer Geschwindigkeit, sondern auch mit einer gegen die Sohle gekehrten Richtung — also kolkend hindurchströmt. Hinter den Gehängen dagegen ist die Kraft der Strömung gebrochen, da durch den Stoß des Wassers gegen die Gehänge, durch Reibung an den Gehängen, durch Stoß gegen langsamer fließendes Wasser, durch Aenderung der Strömungsrichtung, die sich jetzt nach oben gekehrt hat u. dgl., der größte Teil der lebendigen Kraft verzehrt wurde. Die Folge ist eine Ablagerung der mitgeführten Sinkstoffe in dem stilleren Wasser hinter der Bauanlage. Diese Ablagerung unterstützt nun, nach Wolf, (Z. f. B. 1886 S. 517) ihrerseits ebenfalls die Wirkung der Gehänge. Zunächst bilden sich rauhe Erhöhungen auf der Flußsohle, welche sofort selbst wieder auf Ausdehnung der Ablagerungen hinwirken und, wenn nicht besondere Umstände dieses verhindern, in Verbindung mit dem schwebenden Baukörper im Wirkungsbereich desselben Auflandungen bis zur Höhenlage desselben hervorrufen."

Es ist sicher zuzugeben, daß diese Schilderungen der Wirkungsweise der Gehängebauten nicht befriedigen können. Es soll daher im folgenden eine Erklärung gebracht werden, die zutreffender zu sein scheint. Die Anregung dazu erhielt ich durch die Modellversuche, die die Mittlere Isar A.-G. durchführen ließ, um die zweckmäßigste Anlage einzelner wichtiger Bauwerke zu erforschen. Eine jüngst erschienene Veröffentlichung der Mittleren Isar A.-G. Modellversuche über die zweckmäßigste Gestaltung einzelner Bauwerke, Charlottenburg 1923, Romverlag, berichtet über diese Versuche. Ein Teil davon, den Dr. Hans Thoma bearbeitete, behandelt die Gestaltung des Werkkanaleinlaufes. An verschiedenen Modellen wurde zunächst untersucht, wie sich in Stromverzweigungen Wasserströmung und Geschiebebewegung verhalten. Es ergab sich merkwürdiger Weise, daß die das Geschiebe mit sich führende Grundströmung des Wassers viel stärker in den abzweigenden Ast hineingezogen wurde als die oberen Wasserschichten. Die Abbildungen lassen dies deutlich erkennen. Die Abbildung zeigt, daß mit der Grundströmung auch fast das ganze Geschiebe in die Abzweigung hineingerissen wird, während die Abbildung den verschiedenen Weg von Oberflächen- und Grundströmung darzustellen sucht. Die Grundströmung ist hier durch Färbung des Wassers an der Gerinnsohle mit Kaliumpermanganat sichtbar gemacht, während die Oberflächenströmung durch dünne schwimmende Fäden wenigstens annäherungsweise gekenuzeichnet ist. Die bisherigen Anschauungen gingen dahin, daß das Geschiebe bestrebt ist, immer in möglichst gerader Richtung an der Flußsohle zu wandern. Thoma gibt für das diesen Anschauungen widersprechende Ergebnis der Modellversuche eine Erklärung, die mir durchaus stichhaltig erscheint, indem er ungefähr folgendes ausführt:

[6]) a. a. O. Seite 10.

Abbildung 1

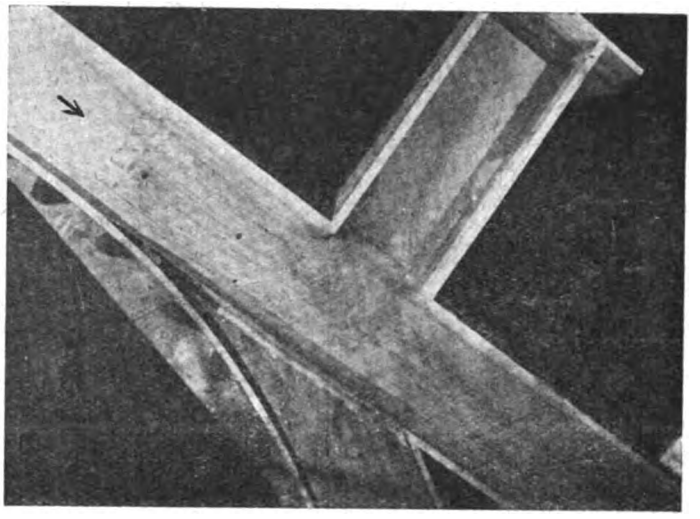


Abbildung 2.

Strömendes Wasser kann nur dann in eine außerhalb seiner ursprünglichen Bahnrichtung liegende Abzweigung eintreten, wenn sich in der Richtung auf diesen Abzweig ein seitliches Spiegelgefälle oder, was auf dasselbe hinauskommt, ein seitliches Druckgefälle einstellt. Die Geschwindigkeit der untersten Wasserschichte ist viel geringer als die der übrigen Schichten, daher wird das seitliche Druckgefälle das langsam an der Sohle strömende kiesbeladene Wasser viel stärker aus seiner Zuströmungsrichtung ablenken als die in den Oberschichten schnell fließenden Wasserfäden. Wenn die Stromabzweigung großes Fassungsvermögen hat, genügt das ihr an der Sohle zuströmende Wasser nicht, um den Querschnitt ganz auszufüllen, da die Wassermenge hier wegen der geringen Geschwindigkeit natürlich nur klein ist. Es muß daher das Spiegelgefälle zur Abzweigung so groß sein, daß sogar ein Teil des rascher fließenden Wassers der oberen Schichten abgezogen wird. Der hierzu notwendige Druckabfall ist dann aber so bedeutend, daß die Grundströmung in praktischen Fällen fast vollständig in den Stromzweig übergeht. Dadurch ist auch das Geschiebe genötigt, den Weg in die Abzweigung zu nehmen.

Durch die hier nachgewiesenen Erscheinungen erhalten wir nun auch zwanglos die Erklärung für die Wirkungsweise der Gehänge. Bei den Gehängen wird das Wasser des Flusses in zwei Teile geschieden, von denen der eine Teil im offenen Flußlauf gerade ausströmt, während der

Digitized by Google

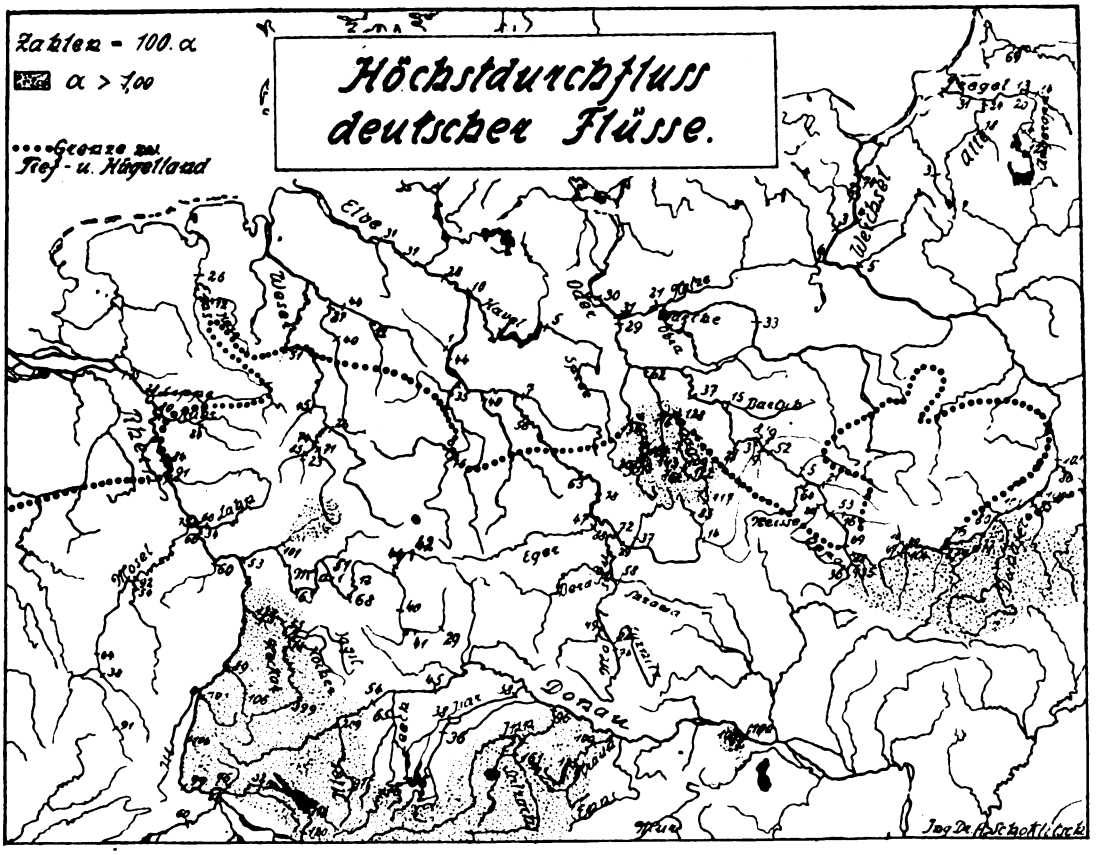
andere Teil in einem mehr oder minder scharfen Winkel abgezweigt wird. Das Gehänge leitet die geradeaus fließende raschere Strömung, läßt aber gleichzeitig Raum für den an der Sohle langsam fließenden Teil, der, wie die Versuche gezeigt haben, das Bestreben hat, seitwärts abzuströmen. Da das Gehänge durch seinen oberen aus Stangen oder Faschinenbündel bestehenden Teil aufstauend wirkt und dadurch der Wasserspiegelunterschied vor und hinter ihm ziemlich erheblich ist, macht sich zwischen offenen Flußlauf und Abzweigung das Druckgefälle besonders geltend und die Grundströmung wird so mit besonderer Wucht abgelenkt. Dadurch kommt das von der Grundströmung mitgeführte Geschiebe hinter das Gehänge. Hier nimmt das Gefälle und damit die Geschwindigkeit des Wassers rasch ab, da das Unterwasser der Abzweigung wieder irgendwo in den offenen Flußlauf einmündet. Die Folge davon ist, daß das Geschiebe hinter dem Gehänge abgelagert wird.

Diese Begründung erscheint mir einwandfrei und ich halte es für erfreulich, daß die einem ganz anderen Zweck dienenden Modellversuche der Mittleren Isar auch die Klärung eines Vorganges gebracht haben, der den die Frage der Gehängebauten studierenden Ingenieuren schon viel Kopfzerbrechen gemacht hat.

Höchstdurchfluß deutscher Flüsse

Von Zivilingenieur Dr. techn. Armin Schoklitsch, Privatdozent an der Technischen Hochschule in Graz.

Ingenieurarbeiten an Flußläufen erfordern vielfach die Kenntnis des Höchstdurchflusses; wenn aus wirtschaftlichen Gründen dann auch nicht alle Bauwerke für diesen Höchstdurchfluß, der voraussichtlich nur ein bis zweimal innerhalb von hundert Jahern eintreffen wird, bemessen werden, so können die Bauwerke doch zumeist ohne wesentliche Mehrkosten so angeordnet werden, daß bei Höchstdurchflüssen die Schäden infolge von Ueberflutungen und dergl. gering bleiben.



Für die Berechnung des Höchstdurchflusses wird in der Regel die Formel von P. Kresnik[1])

$$Q = a \frac{32}{0.5 + \sqrt{F}} F = q F \; m^3.sec^{-1}$$

verwendet, in der F das Einzugsgebiet in km² bedeutet und a ein Beiwert ist, der gewöhnlich gleich eins gesetzt wird und nur bei besonderer Abflußverzögerung auf 0,6 herabgemindert werden soll. Gegen diese Formel wurde besonders in Deutschland der Einwand erhoben, daß sie zu große Höchstdurchflüsse ergebe.

Für das südliche Europa hat nun Ph. Forchheimer[2]) 90 Beobachtungen zusammengetragen, denen durchwegs $a \geqq 1$ entsprechen und er konnte eine Karte entwerfen, in der die besonders vom Hochwasser gefährdeten Gebiete Südeuropas hervorgehoben sind. Der Verfasser[3]) dieses Aufsatzes hat die Arbeit Forchheimers fortgesetzt und weitere 149 derartige Beobachtungen gesammelt, aus denen hervorgeht, daß auch im westlichen Teile der Vereinigten Staaten von Nordamerika, in ganz Indien, in Teilen Chinas, Australiens, Südafrikas, Spaniens und Englands mit solchen Höchstdurchflüssen zu rechnen ist. Die Sammlung dieser Höchstabflüsse hat erwiesen, daß die Formel von Kresnik mit $a = 1$ ihre Berechtigung in weiten Gebieten hat; es wurden sogar vielfach Werte von a gefunden, die 1 weit übersteigen, es hat sich aber auch ergeben, daß der in Deutschland

[1]) Technische Vorträge und Abhandlungen. 8, Wien. 1886.

[2]) Ost. Wochenschrift f. d. öff. Baudienst (1916) S. 2. Ost. Monatsschrift f. d. öff. Baudienst und das Berg- und Hüttenwesen. 2 (1921) S. 176.

[3]) Die Bautechnik 1 (1923) S. 292.

Digitized by Google

Nr.	Fluß	Beobachtungsstelle	F km²	q l/km² sec.	α	Quelle
1	Pregel	Insterburg	5210	58	0,13	E. Gennerich, Die Flüsse Deutschlands, Dresden 1908
2	„	Stromteilung	13595	85	0,31	„
3	Angerapp	Mündung	3957	100	0,20	„
4	Alle	„	7126	90	0,24	„
5	Goldapp	„	677	150	0,12	„
6	Pissa	„	1376	120	0,14	„
7	Wadang	„	1226	40	0,04	„
8	Guber	„	1612	140	0,18	„
9	Memel	Tilsit	91300	69	0,69	„
10	Passarge	Gr. Gemmern	570	37	0,03	„
11	Weichsel	Oswiecim	1800	350	0,47	„
12	„	unt. d. Przemsamündung	3911	205	0,40	„
13	„	Krakau	7900	270	0,76	„
14	„	unter der Rabamündung	10279	250	0,80	„
15	„	unt. d. Dunajecmündung	19711	230	1,01	„
16	„	unt. d. Wislokamündung	30430	190	1,04	„
17	„	unt. d. Sanmündung	50275	150	1,05	„
18	„	vor der Stromteilung	193000	54	0,74	„
19	Przemsa	Mündung	2095	94	0,14	„
20	Sola	„	1388	880	1,04	„
21	Skawa	„	1151	810	0,87	„
22	Raba	„	1521	620	0,77	„
23	Dunajec	„	6958	570	1,50	„
24	Wisloka	„	4090	420	0,85	„
25	San	„	16870	210	0,86	„
26	Drewenz	„	5515	20	0,05	„
27	Brahe	„	4654	26	0,06	„
28	Schwarzwasser	„	2202	21	0,03	„
29	Ossa	„	1603	20	0,04	„
30	Ferse	„	1630	19	0,02	„
31	Oder	Ratibor	6025	283	0,69	„
32	„	Kosel	7936	190	0,53	„
33	„	Breslau	21602	113	0,52	„
34	„	Neusalz	38100	61	0,37	„
35	„	Küstrin, ohne Warthe	54088	40	0,29	„
36	„	Küstrin, mit Warthe	107798	30	0,31	„
37	„	Niederglitzen	110000	29	0,30	„
38	Warthe	Posen	24889	67	0,33	„
39	„	Landsberg	51840	29	0,21	„
40	Obra	Mündung	6910	10	0,03	„
41	Oppa	„	2082	250	0,36	„
42	Ostrawitza	Mähr. Ostrau	811	1480	1,35	R. Weyrauch, Hydr. Rechnen, 5. Aufl., S. 258
43	Olsa	Mündung	1124	850	0,88	„
44	Zinna	„	665	150	0,12	„
45	Klodnitz	„	1121	158	0,16	„
46	Hotzenplotz	„	1021	200	0,20	„
47	Malapane	„	2037	150	0,21	„
48	Glatz. Neisse	„	4537	300	0,64	„
49	Stober	„	1602	40	0,05	„
50	Olle	„	989	90	0,09	„
51	Lobe	„	981	92	0,09	„
52	Weistritz	„	1786	280	0,37	„
53	Weide	„	1760	62	0,08	„
54	Katzbach	„	2252	180	0,27	„
55	Bartsch	„	5526	64	0,15	„
56	Bober	Hirschberg	1042	1190	1,22	Zschft. d. Ver. d. Ing. 50 (1906) S. 729
57	„	Mauer	1210	990	1,09	Zentralbl. d. Bauverw. 32 (1912) S. 609
58	„	Oberleschen	2057	897	1,28	Zentralbl. d. Bauverw. 18 (1898) S. 210
59	Bober	Münduug	5938	254	0,62	E. Gennerich, Zschft. f. Gewässerkunde 9 (1910) S. 117
60	Queis	Marklissa	303	2890	1,62	wie 58
61	„	Lauban	485	1770	1,43	Wochenschr. f. d. öff. Baud. 22 (1906)
62	„	Mündung	1006	1150	1,16	R. Weyrauch, Hydr. Rechnen, 5. Aufl. S. 258
63	Zacken	Hirschberg	272	2600	1,38	Zentralbl. d. Bauverw. 1881 S. 104
64	Pließnitz	Herrnhut	58	3940	1,68	—
65	„	—	173	2620	1,13	—
66	„	Bertsdorf	201	6720	3,07	—
67	Kemnitzbach	—	16,5	9820	1,40	Öst. Wochenshr. f. d. öff. Baud. 22 (1916) S. 2
68	Wittgenbach	—	7,4	10500	1,06	wie 58
69	Neisse	Obermuskau	2469	860	1,34	E. Gennerich, Die Flüsse Deutschlands
70	Weser	—	12460	188	0,66	—
71	„	Karlshafen	13100	172	0,62	—
72	„	Hoya	22300	134	0,63	—
73	„	Baden	37900	122	0,75	R. Weyrauch, Hydr. Rechnen, 5. Aufl. S. 258
74	Werra	Mündung	5455	110	0,26	wie 70
75	Fulda	Rothenburg	3010	133	0,23	„
76	„	Cassel	6955	280	0,74	„
77	Eder	v. d. Schwalmmündung	1537	683	0,85	„
78	„	Mündung	3360	387	0,71	„
79	Schwalm	„	1291	200	0,23	„
80	Diemel	„	1762	340	0,45	„
81	Werre	„	1490	417	0,51	„
82	Bever	„	78	191	0,05	„
83	Nethe	„	463	67	0,05	„
84	Emmer	„	537	550	0,41	„
85	Humme	„	132	680	0,25	„
86	Exter	„	114	745	0,26	„
87	Kalle	„	73	800	0,23	„
88	Holzminde	„	85	470	0,14	„
89	Lenne	„	123	675	0,24	„
90	Aller	Westen	15500	112	0,44	„
91	Leine	Hannover	5225	178	0,40	„
92	„	Basse	6200	150	0,37	„
93	Ocker	—	1902	158	0,22	wie 73
94	Ems	unt. d. Haasemündung	8205	92	0,26	wie 70
95	Haase	Mündung	3734	60	0,12	„
96	Elbe	—	60	3300	0,85	wie 73
97	„	ohne Moldau	13742	80	0,29	wie 70
98	„	Melnik	41810	112	0,72	„
99	„	Tetschen	5100	110	0,78	„
100	„	Dresden	53085	87	0,63	„
101	„	Torgau	55162	76	0,56	„
102	„	Magdeburg	94944	46	0,44	„
103	„	Lenzen	125491	26	0,28	„
104	„	Darchau	131950	27	0,31	„
105	„	Artlenburg	134944	27	0,31	„
106	Aupa	Dunkeltal	77	4030	1,17	wie 73
107	Adler	Mündung	2058	100	0,14	wie 70
108	Iser	„	2214	250	0,37	„
109	Moldau	„	3588	390	0,74	„
110	„	Mündung	28068	167	0,88	„
111	Eger	„	5611	200	0,47	„
112	Schw. Elster	„	5499	28	0,07	„
113	Mulde	„	7178	150	0,40	„
114	Saale	„	20777	73	0,35	„
115	Ohre	„	1682	12	0,01	„
116	Havel	„	24351	20	0,10	„
117	Luznitz	„	4254	117	0,24	„
118	Wottawa	„	3830	250	0,49	„
119	Sazawa	„	4296	280	0,58	„
120	Beraun	„	8856	170	0,50	„

Digitized by Google

Nr.	Fluß	Beobachtungsstelle	F km²	q l/km² sec.	α	Quelle
121	Obere Saale	Mündung	5106	315	0,76	wie 70
122	Unstrut	„	6364	33	0,08	„
123	W. Elster	„	5101	137	0,31	„
124	Bode	„	3287	62	0 11	„
125	Spree	„	10104	16	0,05	„
126	Vorderrhein	Ilanz	776	1100	0,97	Öst. Wochenschr. 22 (1916) S. 2
127	Rhein	Mäder	430	581	1,20	Öst. Wochenschr. 17 (1917) S. 45
128	„	Mündung in den Bodensee	6920	475	1,18	wie 73
129	„	Austritt aus dem Bodensee	11564	96	0.32	wie 70
130	„	Basel	36424	165	0,99	„
131	„	Kehl	40070	117	0.73	„
132	„	Mainz ohne Main	71070	106	0,89	„
133	„	Coblenz o.Mosel	109963	64	0,66	„
134	„	Linz	140039	78	0,91	„
135	„	Köln	144612	71	0,84	„
136	„	Deutsch. Grenze	159540	58	0,73	„
137	Wutach	Mündung	1138	710	0,76	„
138	Aare	„ i. d. Brienzer See	554	903	0,68	wie 73
139	„	Ausfluß aus dem Brienzer See	1127	248	0,26	„
140	„	Ausfluß aus dem Thurner See	2478	113	0,18	„
141	„	Mündung in den Bieler See	5140	310	0.70	„
142	„	Attishoz	9501	196	0,60	„
143	„	Döttingen	17615	148	0.62	wie 70
144	Wiese	Mündung	454	1100	0,75	„
145	Eltz	„	1331	920	1,06	„
146	Kinzig	„	1422	850	1,01	„
147	Ill	„	4625	73	0,16	„
148	Murg	Frauenfeld	211	2130	1,06	Öst. Wochenschr. 22 (1916) S. 2
149	„	Mündung	637	1100	0,89	wie 70
150	Neckar	Heidelberg	13965	345	1,28	„
151	Neckar	Plochingen	4001	2000	3,99	wie 73
152	Main	Mündung	27206	103	0,53	wie 70
153	„	unt. der Taubermündung	20595	150	0 68	„
154	„	Zapsendorf	2736	256	0 42	J. Fischer, Wasserführung usw. d. bayer. Gewässer, München 1913
155	„	Baunach	4244	215	0 44	
156	„	Viereth	12007	141	0 48	
157	„	Karlstadt	14310	140	0.51	„
158	„	Miltenberg	21083	138	0,63	„

Nr.	Fluß	Beobachtungsstelle	F km²	q l/km² sec.	α	Quelle
159	Regnitz	Erlangen	4091	196	0,40	wie 154
160	Pegnitz	Behringsdorf	984	407	0 41	„
161	„	Hohenstadt	482	414	0 2.)	„
162	Nahe	Mündung	4010	300	0 60	wie 70
163	Lahn	„	5870	140	0 34	„
164	Ruhr	„	4470	380	0 80	„
165	Lippe	„	4900	132	0 29	„
166	Mosel	Epinal	810	1000	0 91	„
167	„	Pont à Mousson	7250	240	0 64	„
168	„	unt. d. Saarmünd.	23840	190	0.92	„
169	„	Mündung	28230	143	0,75	„
170	Meurthe	Nancy	3000	220	0 38	„
171	Saar	Mündung	7421	200	0 54	„
172	Kocher	„	1981	553	0,78	wie 73
173	Jagst	„	1828	410	0,55	wie 70
174	Murr	Hausen	45	1330	0 30	„
175	Rems	Mündung	577	780	0,60	„
176	Ahlfeldweiher	—	52	1400	1,22	Mattern, Wasserkräfte, S. 60
177	Donau	Wien	101550	188	1,38	Zschft. d. öst. I. A. V. 62 (1910) S. 481
178	„	„	101550	103	1,00	Hdb. d. Ing. Wissensch. III. 1. S. 285.
179	„	Isakca	846257	33,5	0,96	Min. Proc. Inst. Civ. Eng. Bd. 21, S. 281
180	Inn	Passau	26000	190	0,96	wie 177, S. 281
181	Salzach	Laufen	6124	653	1,61	Öst. Wochenschr. 22 (1916) S. 2
182	Traun	Wels	3580	531	1,00	Beiträge z. Hydropr. Österreichs. 7. H. S. 11
183	„	Ebelsberg	4264	497	1,02	
184	Gmundnersee	—	1417	1030	1,23	„
185	Weidlingbach	bei Wien	29,4	5720	1,06	Öst. Wochenschr. 13 (1907) S. 695
186	Leonhard	„ Graz	26,6	8390	1 48	Zschft. d. öst. I. A. V. (1914) S. 210
187	Iller	Kempten	954	985	0,97	wie 73
188	„	Ulm	21939	450	2,09	„
189	Donau	Günzburg	9371	177	0 54	J. Fischer, Wasserführung usw. d. bayer. Gewässer, 1913
190	„	Ingolstadt	20017	101	0 45	
191	Lech	Füssen	1430	636	0.76	
192	„	Gersthofen	3987	326	0,65	„
193	Isar	Landau	8476	130	0,38	„
194	„	München	2920	445	0 36	„
195	Loisach	Wolfratshausen	991	252	0 38	„
196	Ammer	Oberammergau	111	1080	0 36	„
197	„	Altenau	155	1060	0.43	„
198	Mangfall	Valley	392	510	0,32	„

gemachte Einwurf für Deutschland seine Berechtigung hat, denn dort wurden trotz hochentwickelten hydrographischen Dienstes aus weiten Gebieten bisher noch keine Höchstabflüsse gemeldet, deren α auch nur annähernd an 1 heranreicht.

Der Höchstwasserbeiwert α ist, ähnlich wie der Abflußbeiwert von der Beschaffenheit des Einzugsgebietes abhängig; Bodenart und Neigung, Höhenlage und Pflanzendecke sind von Einfluß und es geht nicht an, mit einem starren $\alpha = 1$ zu rechnen. Der Verfasser hat nun 198 Höchstabflüsse deutscher Flüsse zusammengestellt, den Beiwert α berechnet und in einer beigegebenen Karte eingetragen, die die Höchstabflußverhältnisse in diesem Gebiete übersichtlich vor Augen führt. Die Untersuchung hat erwiesen, daß man im größten Teile Deutschlands nicht mit $\alpha = 1$ rechnen darf. im deutschen Tieflande (unter Seehöhe 200 m) wurde bei keinem Flusse, dessen Einzugsgebiet ganz im Tieflande liegt, eine $\alpha > 0{,}40$ gefunden; die α liegen zumeist sogar weit unter diesem Werte und besonders im preußischen Seengebiet sinken sie bis auf den geringfügigen Wert von 0,03 herab. Im Hügel- und Bergland liegen die α in der Regel zwischen 0,40 und 0,90; Flüsse, die aus dem Hügelland ins Flachland fließen, bringen dorthin ihre großen Hochwässer mit, sodaß solchen Gewässern auch im Flachlande höhere α zukommen.

Deutschland besitzt aber auch vom Hochwasser besonders gefährdete Gebiete, die in der Skizze durch Punktierung hervorgehoben sind; ihnen entsprechen $\alpha > 1$. Das höchste α ergab sich für den Neckar bei Plochingen mit 3,99.

Seen mindern wegen des Rückhaltes den Höchstabfluß sehr wesentlich herab; so kommt z. B. dem Rhein oberhalb des Bodensees $\alpha = 1{,}18$, am Ausflusse aus dem Bodensee nur 0,32, der Aare am Einflusse in den Brienzersee 0,68, am Ausflusse nur 0,28 zu.

Die beigegebene Karte ermöglicht zuverlässiger das α für irgend ein Flußgebiet zu schätzen, als etwa eine Anweisung, die in Tabellenform für verschiedene Gebietsbeschaffenheiten Werte von α empfiehlt.

Digitized by Google

Rundschau

Wasserkraftanlagen

Das Kraftwerk Amsteg der Schweizerischen Bundesbahnen. Das neue Kraftwerk Amsteg ergänzt das bereits in Heft 23/24 des vorigen Jahrganges (Sonderheft: Wasserkraft und Bahnelektrisierung) beschriebene Hochdruck-Speicherwerk Ritom dergestalt, daß die nicht in erheblichem Maße speicherfähige Reuß nach Maßgabe ihrer Wasserführung tunlichst dauernd voll ausgenutzt wird und der Ritomsee nur des Winters und zur Spitzendeckung einzugreifen hat. Zur Fassung der Reuß bot sich die enge Pfaffensprungschlucht bei Wassen, welche durch eine kurze Mauer abgesperrt einen zum Tagesausgleich und als Klärbecken dienenden Behälter (die bis oben angestaute enge

Abbildung 1. Kraftwerk Amsteg an der Reuss. Von rechts nach links: Rohrbahn, Maschinenhaus, Schalthäuser (vorne: 15 kV-Haus, zurück: 60 kV-Haus), Gotthardbahn.

Klamm) von 200 000 m³ Inhalt bot. Die Reuß wird durch einen Umführungsstollen von 280 m Länge oberhalb dieses Beckens zur Abführung von Hochwasser und Geschiebe abgeleitet. Durch einen etwa 7,5 km langen Druckstollen gelangt das Betriebswasser in das im Felsen ausgesprengte Wasserschloß oberhalb Amsteg und von da über die üblich ausgerüstete Apparatenkammer, welche die Abschluß- und Sicherungsvorrichtungen für die Rohrleitungen enthält, unter 275 m Nettogefälle zum Kraftwerk am rechten Reußufer. (Abb. 1.) Der Maschinensaal von rund 100 m Länge enthält im vollen Ausbau 6 Gruppen mit je 13 600 PS bei 333⅓ Umdr./Min. bei einem Wasserverbrauch von 4,73 m³/Sek. Die Turbinen sind als Doppel-Peltonturbinen gebaut, wobei jedes Rad von einer Düse beaufschlagt wird und in einer eigenen Haube läuft. Der Generator besitzt 2 Lager, die Turbinenwelle ist an die Generatorwelle angeflanscht und läuft nur in einem Außenlager. Die Verteilungsrohrleitungen liegen ähnlich wie beim Ritomwerk in einem Rohrhaus an der Bergseite, neben demselben verläuft der dann unter dem Schalthaus durchgehende Ablaufkanal, in welchen die mit Meß-Ueberfällen versehenen Turbinenabläufe münden. Diese etwas verwickelte Anordnung der Abläufe gegen rückwärts unter dem Rohrhaus durch erforderte die Lage des Maschinenhauses hart an der Kantonstraße.

Am Kopfende des Maschinensaals ist ein freier Raum reichlicher Größe vorhanden, in welchen die Transformatoren aus ihren Zellen heraus vermittelst der auf einem Gleis dem 60 kV-Haus entlang laufenden Schiebebühne unter den Bereich des 100 t-Maschinenhauskrahns gefahren werden können. Die Verlängerung des Maschinensaales dient somit zugleich als Werkstatt.

Von den bisher betriebsfertigen Maschinen liefern vier Sätze Einphasenstrom von je 7500 kW dauernd bei cos φ = 0,75 und 15 kV bei 16⅔ Perioden. Die Bahn-Generatoren sind überlastbar auf 1½ Stunden mit 9500 kW Höchstleistung nach 5700 kW Dauerleistung. Die Lager haben Ring- und Preßölschmierung und Abkühlung. Das Schwungmoment beträgt 400 tm². Die Frischluft wird durch die Ventilatorflügel des Rotors aus dem Rohrleitungshaus angesaugt und nach Wahl ins Freie oder in den Maschinensaal ausgeblasen, bei Vollast beträgt die Kühlluftmenge für einen Generator etwa 28,5 m³/Sek. bei 135 mm WS. Der fünfte, im übrigen ebenso ausgerüstete Maschinensatz ist vorerst mit einem Drehstromgenerator von 9100 kW Dauerleistung gekuppelt und arbeitet auf das Netz der A.-G. der schweizerischen Kraftübertragung, um die volle Werkleistung einstweilen auszunützen, solange der Bahnbetrieb noch nicht die volle Leistung beansprucht. Dieser Generator wird später durch einen Bahngenerator ersetzt.

In dem aus zwei zueinander parallelen Gebäuden bestehenden Schalthaus befinden sich vorne die Räume für die Generatoren-Apparate und die gesamte 15 kV-Ausrüstung für die Unterspannungsseite der Transformatoren sowie für die abgehenden Fahrleitungen. Im rückwärtigen

Digitized by Google

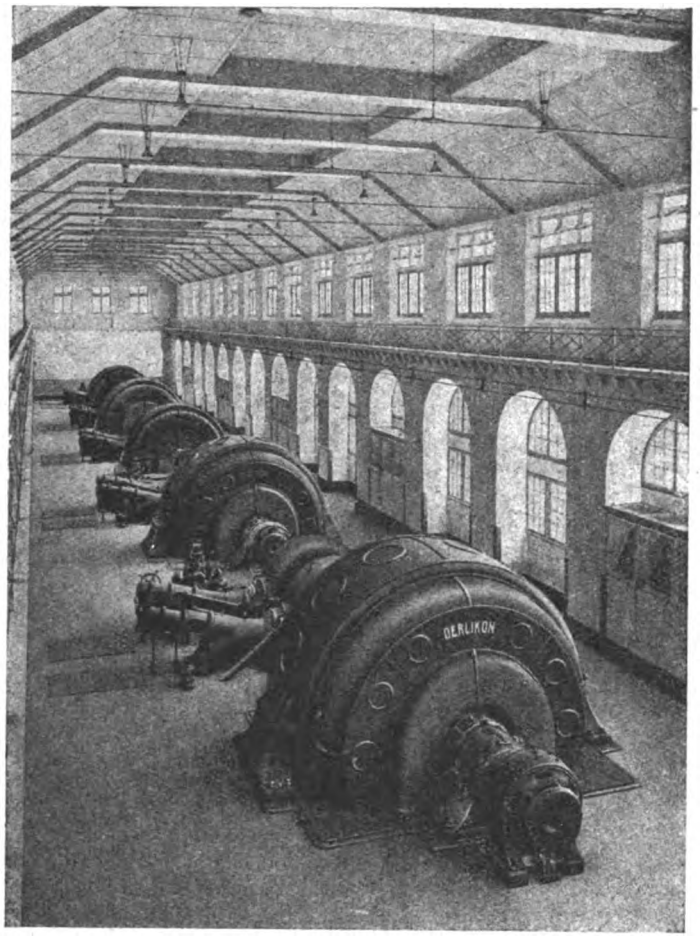


Abbildung 2. Kraftwerk Amsteg, Maschinensaal

Gebäude, dem 60 kV-Haus, liegen gegen den mittleren Hof zu, die 6 Leistungstransformatoren von je 10 000 kVA dauernd, 15/60 kVA, nebst ihren im Keller untergebrachten Oelkühlanlagen und 2 Eigenverbrauchs-Transformatoren von je 500 kVA, darüber die Schutzdrosselspulen, bergseits die Schalter und die Leitungsausführungen, nämlich 4 Freileitungen und 3 Kabelausführungen. Zwischen den beiden Schalthäusern im Verbindungsbau liegt der Bedienungsraum mit ringsum laufenden Apparatenwänden, auf welchen zugleich auch ein Schema der Gesamtanlage angebracht ist, in welchem elektrisch von Hilfskontakten an den einzelnen Trenn- und Oelschaltern gesteuerte Anzeiger die Stellung der zugehörigen Schalter an den betreffenden Stellen im Schema erkennen lassen, und den davor stehenden Pulten für die Maschinen einerseits, Transformatoren und Leitungen andererseits. Von hier aus erfolgt auch die Steuerung aller Absperrvorrichtungen vor den Turbinen und am Wasserschloß, der Drehzahlverstellung an den Turbinenreglern, des hinter dem Kraftwerk im Freien aufgebauten Wasser-Belastungswiderstandes. (Schweiz. Techniker-Ztg. 1923, Nr. 27/28.) Rdl.

Der erste Ausbau des Skagit im Staate Washington nähert sich der Vollendung, wie Power vom 11. September 1923 mitteilt. Das Kraftwerk George Creek liegt 160 km nördlich der Stadt Seattle. Es werden zunächst zwei Maschinensätze für je 20 000 kVA bei 76 m Gefälle aufgestellt. Später kommt ein 30 000 kVA-Satz hinzu. Ein ausbetonierter hufeisenförmiger Druckstollen von 6,25 m Breite und 3,4 km Länge führt 85 m³/sk bei 3 m Geschwindigkeit zu. Als zweiter Schritt wird unterhalb des jetzigen Steinwehrs ein 76 m hoher Betondamm erbaut und damit ein Speicherbecken für 16 Mill. m³ geschaffen. Das Gefälle erhöht sich auf 114 m. Die Turbinen werden dann für die höhere Leistung ausgewechselt. In der dritten Ausbaustufe wird ein 146 m hoher Staudamm 16 km oberhalb des Krafthauses gebaut, wodurch ein Speicherraum von 1600 Mill. m³ entsteht und das Gefälle auf fast 220 m erhöht wird. Dazu kommen 5 km Stollen, die 170 m³/sk Wasser heranführen sollen zur Speisung von 6 Turbinen von je 45 000 kVA.

Die Fernleitung für 90 000 kVA. leitet den Strom mit 165 kV nach einem Unterwerk in Seattle. Holzmasten tragen Stahl-Aluminiumseile, die einem Kupferquerschnitt von 150 qmm entsprechen. Die Gesamtkosten sind auf 57 Mill. Dollar, die des vorangehenden Ausbaues mit einem Maschinensatz auf 10 Mill. Dollar berechnet. W. K.

Bahnelektrisierung

Arlbergbahn. Nach den neuesten Meldungen ist nunmehr auch der Streckenabschnitt Imst—Landeck der Arlbergbahn dem elektrischen Probebetrieb übergeben worden, so daß jetzt eine Strecke von rund 70 km elektrisch befahren wird. Es ist bis jetzt also die östliche Zufahrtsrampe zum Arlberg elektrisiert.

Salzkammergutbahn. Auch dort (Strecke Steinach—Irdning—Attnang—Puchheim) ist ein Teil der Linie unter Spannung gesetzt und mit den Probefahrten begonnen worden.

Zur Elektrifikation der Schweizerbahnen. Sonderdrucke der Schweizerischen Techniker-Zeitung (Verlag Schweiz. Techniker-Zeitung, Winterthur, Anton Graff-Straße 66). Heft I: 1. und 2. Sondernummer (1922, Heft 48/49 und 50/51): Die Lokomotiven für die Elektrisierung der Schweizerbahnen; Heft II: 3. Sondernummer (1923, Heft 27/28): Fahrleitungsanlage und Kraftwerke; 4. Sondernummer (1923, Heft 39/40): Unterwerke. — Die allseitige Beachtung, welche den Ausführungen der Schweizerischen Lokomotiven wie Kraftanlagen im Ganzen und in den Einzelheiten in allen Ländern gewidmet wird, hat die Schweiz. Techniker-Zeitung veranlaßt, in dankenswerter Weise „durch" eine übersichtliche Zusammenstellung und teilweise eingehende Besprechung der bis jetzt entstandenen und noch im Bau befindlichen Konstruktionen eine weiten Kreisen von Technikern und Laien erwünschte Veröffentlichung zu bieten." Diese Absicht ist bestens gelungen.

Das erste Heft bietet einleitend eine „historische Uebersicht und Entwicklung der Lokomotiven" von Obering. Gysel, Winterthur, welche die einzelnen Entwicklungsschritte des Drehstromsystems (1899—1907) und des Einphasensystems (seit 1906) darstellt und als wertvolles Material eine Typentafel mit genauen Typenskizzen, Hauptabmessungen, Achsdrücken sowie Hauptdaten von 24 Lokomotiventypen auf 4 Seiten zeigt. Hievon reihen sich die Einzelbeschreibungen der verschiedenen in größerer Zahl ausgeführten Haupttypen nach der mechanischen wie elektrischen Seite hin unter möglichster Vermeidung von Wiederholungen bereits aus den vorzüglichen Sonderdrucken der Schweiz. Bauztg. u. dgl. Bekanntem. Zunächst erfährt eingehende Darstellung die große 1 B + B 1 Schnellzuglokomotive mit Stangenantrieb der S.B.B. mit Kurzschluß-Bremsschaltung, sodann die 1 C + C 1 Güterzugslokomotive mit Stangenantrieb für den Gotthard mit elektrischer Nutzbremsung, beide beschrieben von den Herstellungsfirmen Brown, Boveri & Cie. bezw. Maschinenfabrik Oerlikon. Es folgt im zweiten Heft die Beschreibung der 1 B 1 + B 1 Schnellzugslokomotive der S.B.B. mit Einzelachsantrieb Bauart Westinghouse (Hohlwelle, auf welche der Motor treibt, konzentrisch um die Achse des Radsatzes und elastische Kupplung durch Federn zwischen Hohlwelle und Triebrädern) von Dipl.-Ing. Müller, Genf, eine etwas unter amerikanischem Einfluß stehende Konstruktion der Ateliers de Sécheron; der gleiche Verfasser beschreibt noch kurz die 1 C 1 Schnellzugslokomotiven der S.B.B. gleicher Antriebsart. Als Gegenstück schildert eine kurye Beschreibung den Einzelachsenantrieb von Brown, Boveri & Cie. mit außerhalb der Triebfeder liegenden Zahnrädern und eigenartiger Kupplung zwischen Zahnrad und Triebrad, wie

Digitized by Google

diese Konstruktion schon aus den B.B.C.-Mitteilungen Heft 1/2 ds. Jhrs. näher bekannt ist. Eine Ausführung mit 3 hochliegenden Zahnradmotoren und Stangenantrieb zeigen die 2 C 1 Lokomotiven für Personen- und Schnellzüge der S.B.B. Den Schluß dieser interessanten Monographie über die Schweizerischen elektr. Zugförderungsmittel bilden noch 3 längere Beschreibungen: zunächst die 1 B + B 1 Personen- und Güterzugslokomotive der Bernischen Dekretsbahnen, dann die C + C Lokomotiven für Meterspur der Rhätischen Bahnen als neueste Form dieser Bahnverwaltung, welche heute ihr gesamtes Netz elektrisch betreibt, mit elekrt. Nutzbremsung, und schließlich die Motorwagen der S.B.B., wie sie für Lokal- und leichte Personenzüge bis zu 75 km/h Geschwindigkeit und bis zu 150 t gesamter Zugslast in Verwendung stehen und den Nachweis erbringen, daß auch Personenmotorwagen für 15 000 V Betriebsspannung keine Schwierigkeiten bieten. — Die beiden Hefte bilden mit 42 Seiten Text und 58 Abb. ein abgerundetes Ganze.

Das II. Heft: Die Kraftwerke, Unterwerke und Fahrleitungen, gibt einleitend einen kurzen allgemeinen Ueberblick über die Stromversorgung des Netzes der S.B.B. und das weitere Ausbauprogramm von Bachmann, Bern. Die Fahrleitungsanlage der Gotthardstrecke in ihren Einzelheiten beschreibt Choisy, Genf. — Eine eingehende Schilderung des Kraftwerkes Amsteg, seiner Maschinen und Baulichkeiten vermittelt an der Hand vieler Abbildungen Göttler, Bern und gibt damit sein Bild über den Stand des schweizerischen Großkraftwerkbaues in seiner vollendeten Einfachheit und Klarheit. Amsteg ist bemerkenswert als der Typus eines nur tagesspeicherfähigen Flußkraftwerkes hohen Gefälls mit Sommerkraft, daher seine Vervollständigung durch das Winterkraft-Speicherwerk Ritom. Der vierte Aufsatz greift mit der Beschreibung des Nebenkraftwerkes Göschenen durch Ing. Weber, Bern, noch in das Thema „Kraftwerke" hinein. Dieses anstelle der entbehrlich gewordenen Tunnel-Ventilationsanlage (ein Vorzug des elektrischen Fahrbetriebes) eingerichtete Kraftwerk von 1900 PS ist deshalb bemerkenswert, weil es als automatische fernbediente Anlage mit Asynchrongenerator ausgeführt ist, welche von dem 750 m entfernten Unterwerk Göschenen aus überwacht und vermittelst zweier Fernschalter angelassen und abgestellt werden kann. — Ing. Choisy beschreibt die Unterstation Giubiasco und Bachmann das Unterwerk Steinen als Typen der Haupt-Umformerwerke der S.B.B. für Aufstellung in Gebäuden, wogegen die Freiluftstation Sihlbrugg der M.-F. Oberlikon die für die Zukunft wohl des öfteren noch zu erwartende billigere Form der Aufstellung völlig im Freien zeigt, wie sie sich sogar unter dem nordischen Klima als betriebssicher erwiesen hat und gerade für das einfache zum Teil zweipolige, unterspannungsseitig sogar nur einpolige Schaltungsschema einer Bahnanlage erst recht geeignet erscheint. Eine Betrachtung über „die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Zugförderung" befaßt sich mit den Ergebnissen des bisherigen el. Bahnbetriebes in der Schweiz. Die Störungen im Zugsverkehr haben sich gegenüber dem Dampfbetrieb vermindert, die Fahrzeiten sind erheblich verringert, die Zahl der nötigen Lokomotiven ist um 25% geringer und um denselben Prozentsatz auch die Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotive gegen die Dampflokomotive pro Lokomotiv-Kilometer. Zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit für bestimmte Verkehrsleistungen wird die Methode der „Paritätspreiskurven" entwickelt, d. i. jener Kohlenpreis, bei welchem sich der Dampfbetrieb gleich hoch stellen würde wie der elektrische Betrieb.

Ein letzter Aufsatz mit vorzüglichen Abbildungen behandelt den Bau der Barberine-Sperrmauer und die umfangreichen Hilfsmittel hiezu. Dieser zweite Teil über die Kraft- und Unterwerke umfaßt 73 Seiten mit nicht weniger als 116 Abbildungen, Schaltplänen und Bauplänen.

Man wird selten eine derart erschöpfende und sorgfältig zusammengetragene Sammlung von Aufsätzen über ein umfangreiches Sondergebiet finden wie in diesen Heften der Schweizerischen Technikerzeitung, deren Herausgabe zu wohlfeilem Preis (Heft II: schweiz. Fr. 4.—) ein dankenswertes Unternehmen der schweiz. Technikerzeiung ist.

Wasserkraftnutzung

Der Ausbau der Sinn- und Saalekraftwerke. Der Unterfränkische Kreistag in Würzburg beschäftigte sich in außerordentlicher Sitzung mit dem Ausbau der Sinn- und Saalekraftwerke bei Gemünden. Der Präsident, Oberbürgermeister Dr. Matt-Aschaffenburg führte aus, daß die Sitzung sich um Uebernahme der Bürgschaft für das Werk durch den Kreis handle. Der Bau selbst erfolge durch die Kreis-Elektrizitäts-A.-G. Er kam dann auf die schlechte Finanzlage des Reiches, Staates und der Kreise zu sprechen. Bis jetzt sei es gelungen, die Notstandsarbeiten in der Röhn teilweise durchzuführen, er hoffe auch, das Röhnprogramm ganz durchzusetzen. Durch das neue Werk, das als Notstandsarbeit gedacht sei und eine große wirtschaftliche Bedeutung habe, sollte hauptsächlich der Arbeitslosigkeit gesteuert werden. Das Krafthaus des Werkes wird in der Nähe der Idiotenanstalt bei Gemünden errichtet, von Burgsinn aus werden durch einen Oberwasserkanal die Wasserkräfte der Sinn in das Saaletal geleitet. Die Kosten für das ganze Werk sind auf 2 700 000 Goldmark veranschlagt, wovon 850 000 Mark auf Arbeitslöhne entfallen. 360 Arbeiter sollen dabei auf 20 Monate Arbeit finden. Bei einer Jahreserzeugung von 7 Millionen kWh stellt sich der Erzeugerpreis für die kWh auf 4,4 Goldpfennige, entsprechend dem derzeitigen Preis von etwa 0,9 kg Ruhrkohle. Restloser Absatz der erzeugten Energiemengen ist durch die Eingliederung des Werkes in das Versorgungsnetz der Kreis-Aktiengesellschaft gesichert.

Personalnachrichten

Geheimer Rat Dr. ing. E. h. Hubert v. Engels, Professor für Wasserbau an der technischen Hochschule Dresden, feierte am 25. Januar in voller körperlicher und geistiger Frische seinen siebzigsten Geburtstag. — Hubert Engels, ein geborener Rheinländer, widmete sich nach Erledigung des Gymnasiums dem Ingenieurberufe, studierte an verschiedenen technischen Hochschulen, darunter auch in München, und ergriff nach Vollendung seiner Studien das Wasserbaufach. Als preußischer und dann als hamburgischer Staatsbaubeamter hatte er Gelegenheit, an großen Aufgaben des Wasserbaues teilzunehmen. Diese schöne praktische Tätigkeit regte in ihm eine Fülle von Problemen an, und, an die technische Hochschule Dresden als o. Professor für Wasserbau berufen, ging er mit der ihm eigenen Schaffensfreude daran, sie wissenschaftlich zu ergründen und auszubauen. Bekannt sind seine Arbeiten über den Erddruck auf Pfahl- und Spundwände, vor allem aber sein Vorgehen auf dem Gebiete des Modellversuchs, wo er als Erster eine brauchbare Anordnung schuf und damit die Grundlage für die heutigen Flußbaulaboratorien gab. Seine Versuche über den Schiffswiderstand, die er zusammen mit Gebers ausführte, sind Musterleistungen emsiger und gründlichster Forschertätigkeit.

In zahlreichen Veröffentlichungen hat er die Ergebnisse seines Forschens den Fachgenossen bekanntgegeben. Sein Handbuch des Wasserbaues ist wohl eines der wertvollsten Werke unserer technischen Literatur und zeigt uns Engels in gleicher Weise als Forscher und als Ingenieur, der mit sicherem Blick das Wesen aller neuen Formen und Konstruktionen zu beurteilen vermag.

So sehen wir heute Herbert Engels als ersten Namen auf dem Gebiete des Wasserbaues, anerkannt von seinen Fachgenossen weit über die Grenzen Deutschlands hinaus.

Unserer Zeitschrift hat Engels von Anfang an als Mitarbeiter angehört. Wir gedenken heute mit Stolz und in Dankbarkeit seiner und rufen ihm ein Glück und Heil zu für noch viele, viele Jahre!

München, 23. Januar 1924. Die Schriftleitung.

Wirtschaftliches

Die Wasserkraftsteuer in der Tschecho-Slovakei, welche dort zu einer recht fühlbaren Belastung für Industrie und Elektrizitätswirtschaft geworden war, soll um 2 h je PS-Stunde herabgesetzt werden. Bisher betrug die Grundsteuer 4 h und der Zuschlag gleichfalls 4 h, während jetzt

Digitized by Google

die Grundsteuer mit 2 h festgesetzt wird, so daß die Reduktion der gesamten Steuer 25 Proz. beträgt. Die Ermäßigung wird mit rückwirkender Kraft vom 1. November 1923 in Kraft treten. (Tona Bd. 5, Nr. 6.)

Die Lonzawerke bei Waldshut, die bekanntlich zu den größten schweizerischen elektrochemischen Werken zählten, sehen sich gezwungen, infolge der den Absatz des Hauptproduktes Kalkstickstoff hemmenden stetig gestiegenen Preise, welche die Kaufkraft der Landwirtschaft überschreiten, nach bisherigen umfangreichen Arbeiterentlassungen den Betrieb nächstens einzustellen. Angeblich sollen auch Strommangel des mit stromlieferndes Werkes Beznau sowie politische Gründe dabei hereinspielen. — So wirkt sich der Weltkriegswahnsinn in seinen Folgen sogar in den unbeteiligten Ländern aus. —

Wasserstrassen

Ein schweizerischer Wasserweg zum Meer ist nach dem „Bau-Blatt" (Zürich) vom 21. Juli 1923 durch einen großen schiffbaren Kanal vom Langensee über Mailand nach dem Po geplant, mit einer wahrscheinlichen Verbindung nach Turin. Die Planungsarbeiten sollen durch eine Kommission aus je 10 schweizerischen und italienischen Delegierten im Herbst aufgenommen werden.

Nach der gleichen Zeitschrift vom 28. Juli 1923 werden die Unterhandlungen zwischen den beiderseitigen Interessentengruppen zwecks Gründung eines Sonderkomitees schweizerischerseits vom Vorstand des Tessinischen Wasserwirtschaftsverbandes geführt, der darüber als einzige maßgebende Stelle berichtet: Nachdem nördlich der Alpen zahlreiche Groß-Schiffahrtswege geplant und in Bau sind und sich bis zu den schweizerischen Endpunkten am Vierwaldstättersee, Zürichersee und Bodensee vorschieben werden, muß zwischen diesen Wasserstraßen-Endpunkten und den italienischen Seehäfen eine Fortsetzung jenseits des Alpenkammes für den Wassertransport geschaffen werden. Zunächst soll dazu der Teil Flüden—Locarno—Lago Maggiore—Venedig in Erwägung gezogen werden. Die Vertreter der beiderseitigen Schiffahrtsverbände beschließen die Gründung einer Kommission zur Verwirklichung folgender Ziele:

1. Erstellung eines Schiffahrtsweges Rhein—Aare—Reuß—Vierwaldstättersee—Flüden;
2. Erstellung einer Groß-Schiffahrtsstraße Lago Maggiore—Venedig;
3. Organisation gemischter Transporte zu Wasser und zu Land bis zu den Umschlagplätzen Vierwaldstättersee und Lago Maggiore;
4. Nutzbarmachung der Wasserläufe und Abflußregulierung im beiderseitigen Interesse und für die Zwecke der Schiffahrt, Kraftgewinnung und Bewässerung.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

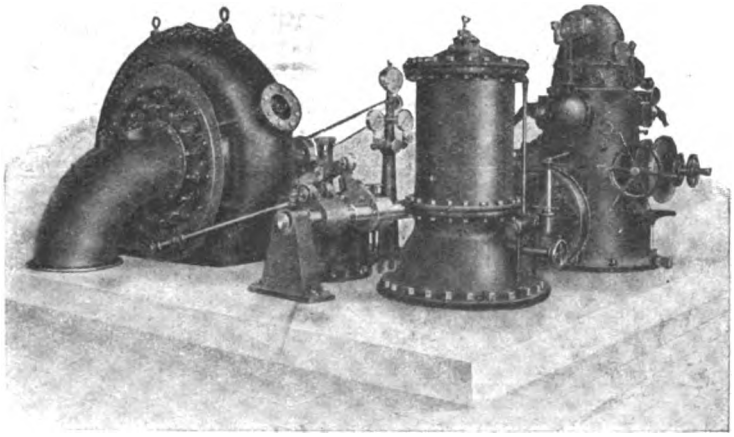
Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10)) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu dem über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 20. Februar 1924.

42 k, 3. R. 55 415. Dr. ing. Edmund Rumpler, Berlin, Viktorjastr. 1. Leistungswage zur fortlaufenden Messung der Leistung von Kraftmaschinen. 17. 3. 22.

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Einfache Spiralturbine von 5000 PS. Leistung mit Isodrom-Öldruck-Regulator im Kraftwerk Lungernsee

2 Stück à 5000 PS. geliefert und 1 Stück à 12 000 bis 14 000 PS. in Auftrag.

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

Letzter Tag des Einspruches 20. Februar 1924.

27 c, 8. C. 32 572. Marie Kathleen Capell, Craigie Lodge, Engl.; Ventilator. 7. 9. 22.

42 k, 12. P. 43 474. Josua Gabriel Paulin u. Axel Valdemar Holm, Stockholm; Vorrichtung zum Messen von Druckunterschieden. 7. 1. 22.

47 f, 26. U. 7684. Usines G. Derihon, Société Anonyme, Loncin b. Lüttich, Belg.; Dichtungsvorrichtung für umlaufende Wellen. 6. 1. 22. Belgien 16. 12. 21.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftnutzung. Die Wasserwirtschaft Bulgariens, insbesondere für Kraftgewinnung und Landbewässerung. Von E. Mattern, Potsdam. „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1923, Nr. 77/78, S. 463—464 1 Uebersichtskarte. (Gewinnung von 38,7 PS auf 1 km² im Gebiete der Maritza; Betriebsgemeinschaft von Hoch- und Niederdruckwerken und Wärmekraftanlagen in Aussicht genommen.)

— Wasserkraftnutzung und Heimatschutz. Von Th. Behme. „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1923, H. 546—47, mit 2 Abb. — Beispiele unbegreiflicher Verschandelungen landschaftlich bevorzugter Gegenden im Ockertal wegen verhältnismäßig geringer Leistungen.

— Zur Frage der Donauversickerung und der Wasserkraftgewinnung an der oberen Donau. I. „Die Bauzeitung", Stuttgart, 1923, H. 22, S. 173 u. 174, 4 Abb. — Ein neuer Weg zur Lösung der Donauversickerungsfrage. II. Von Dr. ing. Maier. — Ebendort, S. 174—176, 1 Abb. — Forts. folgt. — (Geologische und hydrographische Betrachtungen [vgl. auch diese Zeitschr. 1923, H. 14, S. 193]; Vorschläge für die Ausnutzung.)

— Die Wasserkräfte der Alz. Von E. Mattern, Potsdam. „Z. d. V. D. I." 1923, Nr. 19, S. 462—465, 13 Abb. (Mitteilungen über den bisherigen Ausbau der Alz für chemische Zwecke — Baubeschreibung und die maschinellen Einrichtungen.)

— Das Wasserkraftwerk an der unteren Isére. „Zentralblatt" 1923, Nr. 51/52, S. 306—8, 7 Abb. Auszug aus Genie Civil, Band LXXX, Nr. 8. (Beschreibung der Wehr- und Kraftanlage. Gefälle 10 m. Leistung 28 000 kW.)

— Wasserkraftausnutzung in der Schweiz. Von Ministerialrat Freytag, München. „Elektro-Journal" 1923, Nr. 7, S. 133—140, 8 Abb. (Allgemeine Beschreibung der größeren Wasserkraftanlagen der Schweiz unter Hinweis auf verschiedene Besonderheiten der baulichen Anlagen.)

Wasserkraftanlagen. Der Bau des Kraftwerkes Wäggital. 3. Die Anlagen im Rempenbecken. „Hoch- und Tiefbau" 1923, Nr. 42, S. 350—355, 11 Abb. (Beschreibung der Staumauer — 108 m lang, 28 m hoch — des Stausees, bauliche Einzelheiten und Baubetrieb.)

Wasserbau. Der wirtschaftlich günstigste Durchmesser von Druckrohrleitungen. Von P. J. Cathala. „Le Génie Civil" 1923, Bd. 83, Nr. 10, S. 228 bis 231, 3 Abb. (Ermittlung des günstigsten Durchmessers für verschiedene Druckhöhen unter Zugrundelegung der Abflußformeln von Mougnier.)

B A W A G

BAYERISCHE WASSERKRAFT AKTIENGESELLSCHAFT
MÜNCHEN ARNULFSTRASSE 16

INHABERIN DER DEUTSCHEN GENERALLIZENZ DES

ESIBE-REGULIERVERFAHRENS

D. R. P. Nr. 378599 und 383920 sowie D. R. P. a.

VERBILLIGUNG IM BAU UND BETRIEB VON WASSERKRAFTANLAGEN

PROJEKTIERUNG UND FINANZIERUNG VON WASSERKRAFTANLAGEN

Digitized by Google

— Betongtransport medelst hisstorn och öppna räunor. Några rön från Statens kraftverksbyggnad i Lilla Edet. Avarbetschefen G. Westerberg. — „Teknisk Tidskrift" (Stockholm) 1923, H. 47 (Väg- u. Vattensbyggnadskonst 12), S. 170—174, 4 Abb. (Beschreibung der Einrichtungen zum Gußbetonverfahren beim Kraftwerksbau Lilla Edet.)

— Spiegelbewegung in Wasserschlössern. Von Dr. techn. Schoklitsch. „Schweiz. Bauzeitung" 1923, Nr. 11 u. 12. (Versuche an einem Wasserschloßmodell und Vergleich mit den bekannten Berechnungsmethoden.)

— Rohrwandbeanspruchung gerader und gekrümmter Flüssigkeitsleitungen mit kreisförmigem Querschnitt und stetiger Auflagerung auf der Rohrsohle. Von Dr. ing. W. A. Stark, Karlsruhe. „Der Bauingenieur" 1923, H. 13, S. 398 bis 400. (Angaben über die statischen Ermittelungen, Zusammenstellungen von Formeln und Gebrauchswerten, Beispiel eines wagrechten Rohrkrümmers aus Eisenbeton.)

— Geschwindigkeitsformeln für Flüsse. Von Dr. ing. L. Koch, Dresden. „Der Bauingenieur" 1923, S. 408—409. (Durch Gegenüberstellungen von Messungsergebnissen wird eine Ueberlegenheit der Formeln von Lindbon und Hermanek über die Formel von Ganguillet und Kutter festgestellt.)

— Wasserstollenbau im druckhaften Gebirge. Von Ing. Franz Lepnik. „Z. d. V. D. I." 1923, Nr. 19/20, S. 116—118, 5 Abb. (Wege zur Bekämpfung der Wasserdurchlässigkeit.)

Wasserversorgung. Die Fernmelde- und Fernsteuerungsanlage im Betrieb der Niederlausitzer Wasserwerks-G. m. b. H., Senftenberg. Von Helf. „Siemens-Zeitschrift" 1923, H. 10, S. 449

Betriebs-Assistent

24 Jahre alt, abgeschl. Fachbildung, 3½-jährige Praxis, vertraut mit moderner wissenschaftl. Betriebsführung, Zeitstudien etc., organisator. befähigt, flotter Konstrukt. i. Vorrichtungsbau, arbeitsfreudig u. energ. ***sucht*** *gestützt auf sehr gute Zeugnisse* ***Stellung.*** *(bevorzugt Wasserturbinen-Bau). Angebote an Jos. Paluszynski, Neuwied-Rh., Rheinufer 18.*

Von der im Verlage von Dr. Georg Adam, Breslau, erschienenen

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Jahrg. 1 (1906) bis Jahrg. 15 (1920)

sind noch einige Exemplare, fast vollständig, vorhanden und werden preiswert abgegeben.

Dr. Georg Adam, Breslau, Malteserstr. 9.

Wegen Dispositionsänderung fabrikneu, fabriklagernd, sofort abzugeben:

1 regelbare

Francis - Zwillingsturbine

(mit wagrechter Welle in offenem, geteiltem Schacht) Laufrad 800 mm Durchmesser

verwendbar mit guten Wirkungsgraden zwischen

3,0 m / 2,6 scbm / 140 Umdreh. / **86 PS** und
10,0 m / 4,74 scbm / 255 Umdreh. / **525 PS**

1 regelbare Einradturbine

(Krümmer im Schacht, mit wagrechter Welle im offenen Schacht) Laufrad 750 mm Durchm.

verwendbar mit guten Wirkungsgraden zwischen

3,0 m / 0,65 scbm / 130 Umdreh. / **20,8 PS** und
10,0 m / 1,19 scbm / 235 Umdreh. / **127,8 PS**

2 selbstätige Turbinenregler

für obige Turbinen

Abgabe: Geschlossen oder einzeln (mit zugehörigen Kupplungen u. Riemenscheibe).

Näheres durch

Dipl.-Ing. **Klärner, Bad Blankenburg** (Thür. Wald)
Am Goldberg 10.

Wiener

Grossbau-Unternehmung

sucht zur Ausführung einer Wasserkraftanlage in Österreich einen in Bagger-Betrieben (Trocken- und Naß-Bagger) erfahrenen, zur selbständigen Baudurchführung befähigten

Bauleiter

Angebote wollen mit Angabe von Gehaltsansprüchen und Eintrittstermin unter Nr. 566 an die Verwaltung dieses Blattes eingesandt werden.

Bei allen Anfragen bitten wir höfl. Bezug nehmen zu wollen auf „Die Wasserkraft"

BAHR'S Normen u. ä. Schriftschablonen D.R.P. Auslandspat. Der einzig v. Normenausschuß empfohlene Beschriftungsapp.

Kostenl. Prosp. Neu! Paustinktur Klementine.

P. FILLER, BERLIN S 42

Wasserturbinen

TURBINENHAAG

Nürnberg 16

429

Digitized by Google

bis 454, 4 Abb. (Fernsteuerung und Fernüberwachung des gesamten Pumpwerkbetriebes einer Wasserversorgungsanlage für Drehstromantrieb mit Akkumulatorenbatterie und selbstgesteuertem Ladeumformer für die Signal- und Telefonanlage, so daß das Wasserwerk keiner Wartung bedarf.)

— Amerikanische und europäische Wasserturbinen. Von Dr. ing. Graf, München. „Z. d. V. D. I." 1923, Nr. 37, S. 908—909. (Verfasser tritt der Meinung des Amerikaners Taylor in einem Artikel der Ztschr. „Power" entgegen, wo auf eine Ueberlegenheit der amerikanischen Konstrukteure und Werke geschlossen wird.)

Abwasserreinigung. Schwefel im Abwasser. Von Dr. Bach, Oberchemiker. Mitteilung der Emschergenossenschaft Essen. „Ges. Ing." 1923, H. 38, S. 370—376. (Feststellung des Gehalts an Schwefelverbindungen, deren Herkunft, Beschreibung von Untersuchungen, Beispiele.)

Abwasserbeseitigung. Die Anlegung der Rieselfelder der Stadt Münster i. W. Von Magistratsbaurat Verfurth. „Gesundheits-Ingenieur" 1923, Nr. 40, S. 398—399. (Verwendung von Kolben- und Kreiselpumpen zwecks Hebung der im Pumpsumpfe des Kanalwasserpumpwerkes ankommenden Schmutzwassermengen. Flächeneinteilung im Verhältnis zur Abwassermenge; Bodenbeschaffenheit, Reinigungsvorgang; Felddrainage.)

Energieübertragung. Das Verhalten der Freileitungen bei zusätzlicher Eisbelastung. Von Ing. L. Kallir, Wien. „E. u. M." 1923, H. 41, S. 593 bis 602, 5 Abb. (Kritische Gegenüberstellung der hierfür in Betracht kommenden Vorschriften Oesterreichs, Deutschlands, der Tschechoslowakei, Schweiz, Frankreichs, Englands, von Schweden und Nordamerika; Einfluß des Leiterzustandes — Stromwärme Koronaverlust — auf den Eisansatz.)

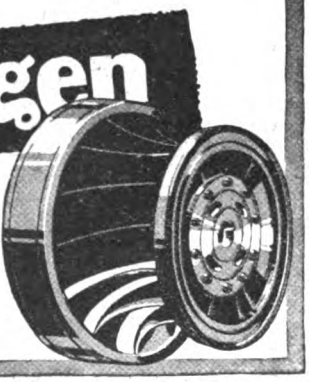
Energieverteilung. Die Messeinrichtungen zur Ermittlung der günstigsten Wirk- und Blindlastverteilung in Hochspannungsnetzen nach Prof. Zipp, Köthen. Von Dr. ing. Schleicher. „Siemens-Zeitschrift" 1923, H. 10, S. 430—436, 6 Abb. (Ein Modell zur experimentellen Bestimmung der Lastverteilung vermittelst Widerstandskombinationen, Beschreibung der Theorie und der Ausführung für Lastverteilungs-Kommandostellen.)

Elektrotechnik. Oelschalter für große Abschaltleistungen. „B. B. C.-Mitteilungen" 1923, H. 8, S. 99—109, 16 Abb. (Beschreibung der Konstruktionen für Hochleistungsölschalter bis 150 000 V; Erfahrungen und Versuche.)

70/191

Halbergerhütte G. m. b. H. Brebach, Saar
liefert gußeiserne 387
Muffen- u. Flanschenröhren von 25 bis 1700 mm l. W.
Säulen, Wendeltreppen

Radiatoren, Gliederkessel
Kanalisations-Gegenstände / Abflussröhren

Amme, Giesecke & Konegen
A.-G.
Braunschweig
Technische Büros in
Berlin W 9, Potsdamerstr 134 a
Königsberg i. Pr., Schleusenstr. 3 e
München, Am Karlsplatz 24
Breslau, Weidenstr. 30
Wasserkraft-Anlagen

Wasserturbinen für alle Gefälle und Leistungen,
Automatische Geschwindigkeitsregler,
Wasserstandsregler, Rechen, Schützen,
Wehranlagen.

Digitized by Google

— Tödlicher Unfall in einer 380/220 Volt-Drehstromanlage . „Z. d. bayer. Revisionsvereins" 1923, H. 19, S. 148—149. (Tod einer Person infolge einer unsachgemäß ausgeführten Erdleitung im Zusammenwirken mit Verklemmung des Nulleiters und mangelhaftem Zustand von Installationen.)

— Energiewirtschaft. Von Obering. Reischle. „Z. d. bayer. Revisionsvereins" 1923, H. 19, S. 151—152, Forts. (Erdöl; Gewinnung, Erschöpfungszeit des Vorrates.)

— Energiewirtschaft und Wasserkraftausbau in Deutsch-Oesterreich. Dr. Beck. „E. T. Z." 1923, H. 44, S. 981—82. (Bericht über eine Studie von Dr. ing. Ornig: Der Energiebedarf Oesterreichs kann fast restlos aus seinen Wasserkräften gedeckt werden, wobei 900 Mill. kWh für Bahnen und ebensoviel für Kochzwecke angesetzt werden.)

— Der Ausgleich von Lastschwankungen in Drehstromnetzen. Von Diplomlng. Janzen. „Siemens-Zeitschrift" 1923, H. 10, S. 421—428, 6 Abb. (Mittel zum Ausgleich der Lastschwankungen: Pufferschaltungen, Drehstrom-Nebenschlußmotor, Puffermaschinen. [Forts. folgt].)

Bauunternehmung J. WAHLER & Co., G.m.b.H.

MÜNCHEN

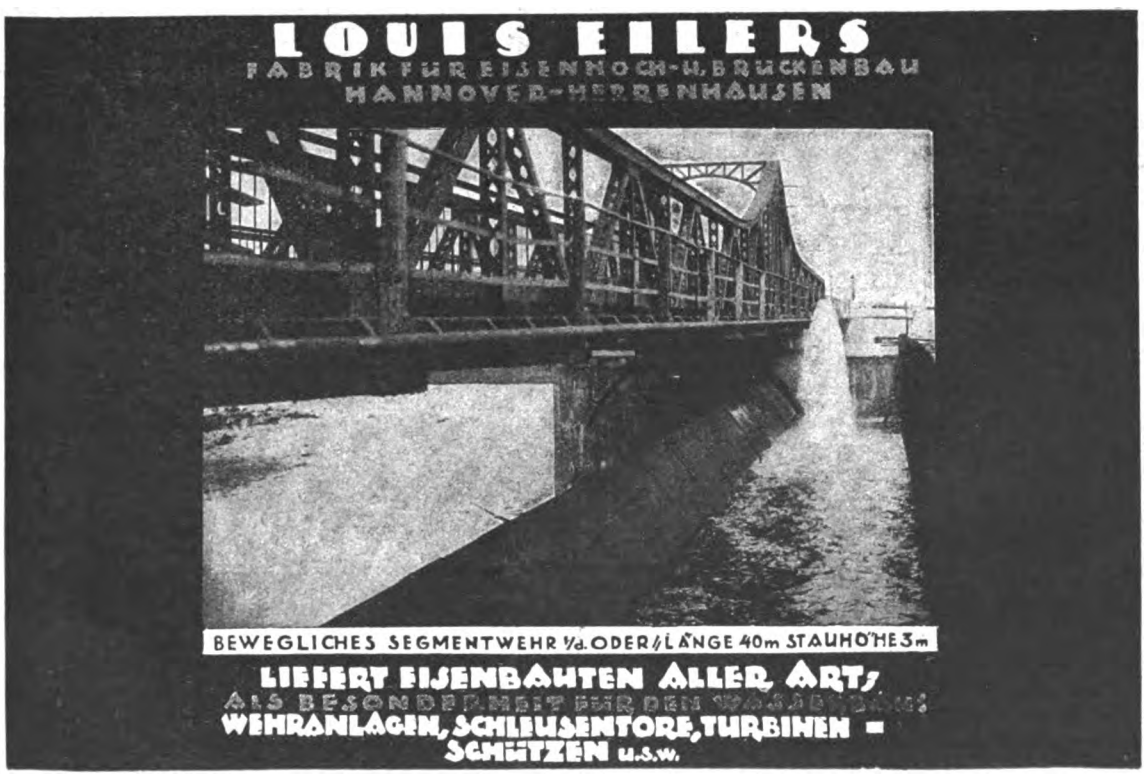
Schraudolphstraße 2a

Fernspr. 23864, 23865, 23866, 54090

Drahtanschrift: Wahlerbauten

400

Wasserkraftanlagen, Eisenbahn-, Brücken- und Tunnelbauten, Trocken- und Naßbaggerungen, Hoch- und Industriebauten, Torkretarbeiten.



153

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 4 **München, 20. Februar 1924** **19. Jahrgang**

Die Maschinenanlagen des Schwarzenbachwerkes im Schwarzwald

(Zum gleichnamigen Aufsatz in H. 1/2, der W. K.)

Die Abb. 4[1]) zeigt ein bis in die Einzelheiten naturgetreu ausgeführtes Modell des auf S. 4 näher beschriebenen Maschinensatzes aus sechsdüsiger Freistrahlturbine (J. M. Voith) von 25 800 PS Garantie-Leistung bei 357 m Gefälle und 500 Umdr. mit Generator (S. S. W.) von 20 000 kVA-Leistung bei 10 kV Spannung und Doppelpumpe (Escher, Wyß & Cie) für 2 cbm/sec gegen 183 bis 252 m Gefälle bei 1000 Umdr., des größten Speichersatzes und zugleich den größten gebauten Hochdruck-Kreiselpumpen. Die Einzelheiten sind bereits a. a. O. eingehend beschrieben; es sei nochmals auf die Zweiteilung des Pumpensatzes und dessen eigenartige selbsttätige Leistungsregelung durch Drehschaufeln erinnert. Die Pumpen besitzen, wie aus der Abb. ersichtlich, außenliegende Regulierringe, die von einem zwischen ihnen stehenden Servomotor je nach der Frequenz des Netzes, also je nach dessen Belastungszustand, gesteuert werden, sie arbeiten also als nützlicher Bremsregler. Zwischen Generator und Getriebekasten sitzt die elektromagnetische Kupplung, vor ihr der zugehörige Steuertisch mit Anlasser und Fernbetätigungs-Einrichtung. Instrumentensäulen vor Turbine und Pumpe enthalten alle für den Maschinenwärter nötigen Kontrolleinrichtungen sowie den Befehlsempfänger (Maschinentelegraphen) von der Kommandostelle des Schalthauses her. Der Generator ist im Motorbetrieb (Pumpbetrieb) bei weitem nicht voll belastet, kann also in hohem Maß als Phasenschieber mitverwendet werden.

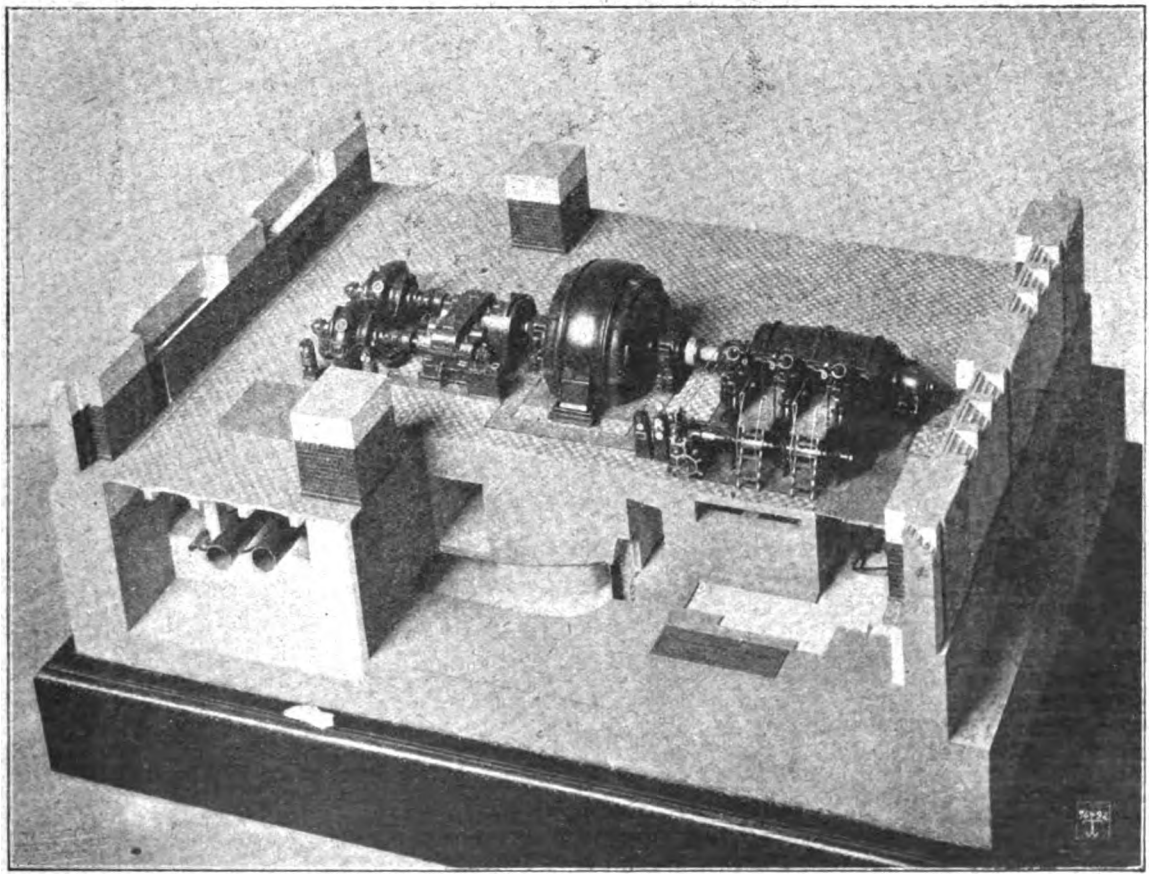


Abb. 4: Speicher-Maschinensatz des Schwarzenbachwerkes

[1]) Die Abbildung konnte infolge späten Einganges des Lichtbildes dem Aufsatz in Heft 1/2 leider nicht mehr beigegeben werden. Wir sind für dieses Bild des derzeit größten Speicher-Maschinensatzes Herrn Baurat Treiber sowie der Firma Escher, Wyß & Cie. für die Gestattung der Wiedergabe besonders verbunden. D. Schriftltg.

Digitized by Google

Das Talsperrenunglück am Monte Gleno in Ober-Italien*) am 1. Dezember 1923

Von Diplomingenieur Albert Sturm, Oberingenieur der Firma Gebr. Rank, München.

Die große Talsperre am Glenosee in Ober-Italien mit einem Stauraum von 4—5 Millionen cbm ist am 1. Dezember 1923 auf eine Breite von ca. 70 m unter dem Druck der Wassermassen durchgebrochen; brausend ergoß sich der gesamte Inhalt des Beckens in die unterhalb liegenden Täler. Das Nutzgefälle von rund 1900 m auf einer Entwicklungslänge von relativ wenigen km, das sonst in mehreren Hochdruckanlagen segensreiche elektrische Arbeit zu leisten im Stande war, gab der freigewordenen Wassermenge derart verheerende Gewalt, daß im Wirkungsbereich dieser Sintflut kaum ein Stein auf dem andern blieb. 500 Menschenleben, eine Anzahl Dörfer, Kraftanlagen, Brücken und Gehöfte sind vernichtet, ein großer Streifen fruchtbaren Landes mit Geröll und Schlamm bedeckt. Der materielle Schaden ist außerordentlich groß.

Die ersten Vermutungen ließen darauf schließen, daß der Bruch infolge unzulässiger Ueberflutung der Mauerkrone erfolgt ist; jedoch haben spätere Untersuchungen gezeigt, daß diese Annahme unzutreffend war.

Im Mailänder Ingenieur- und Architektenverein haben am 13. Dezember 1923 einige Mitglieder über ihre Eindrücke berichtet, die sie auf Grund teilweiser wiederholter Besichtigungen der Baustelle vor und nach dem Unglück gewonnen haben und diese Mitteilungen bieten wohl auch uns großes Interesse, wenn gleich sie dem Gutachten der offiziellen Sachverständigen weder vorgreifen wollen, noch auch sollen. Man muß dem Bericht entnehmen, daß die Katastrophe im wesentlichen auf die unglaublich sorglose und fahrlässige Bauweise der ausführenden Firma zurückzuführen ist, einen anscheinend im Krieg gegründeten Unternehmen, dessen großen Tatendrang und unbedenklichen Zutrauen zum eigenen Können ein stark gedämpftes Verantwortlichkeitsgefühl gegenüberstand.

Abb. 1
Uebersichtsplan

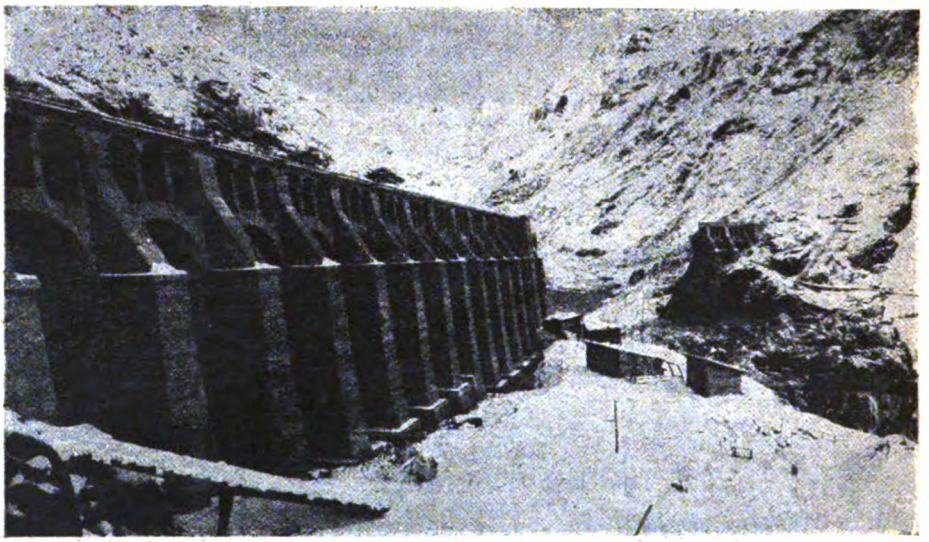


Abb. 4
Die Talsperre nach der Katastrophe

Die Mauer war ursprünglich als Schwergewichtsmauer geplant; erst später wurde anscheinend der Entwurf geändert und eine aufgelöste Konstruktion gewählt, bestehend aus Pfeilern und davor gelagerten schrägen, den Wasserdruck aufnehmenden Bogen in Eisenbeton.

Anstelle des ursprünglich vorgesehenen Zementmörtels wurde Kalkmörtel verwendet; der Kalk wurde in der Nähe der Baustelle gewonnen, gebrannt und mittels Seilbahn an die Baustelle gebracht. Das durchsickernde Wasser scheint mit wachsendem Einstau das Bindemittel im Mauerwerk allmählich aufgelöst und ausgewaschen zu haben.

Die Gründung der Pfeiler ist auf gesunden Felsen erfolgt, jedoch ohne jede Verzahnung und zwar auf der durch jahrhundertelange Erosionswirkung talseitig stark abfallenden Felsoberfläche. Als Verbindung zwischen dem Felsen und dem Mauerfundament sollten lediglich einige in den Fels gesteckte Eisenstäbe dienen. Der Kies, Sand bezw. Schotter wurde ungewaschen und in unrichtiger Verteilung beigegeben, so daß der Beton stark porös wurde. Für die Armierung wurden teilweise von der Heeresverwaltung stammende Hinderniseisen und Teile von Handgranatenschutznetzen verwendet.

Schon im Mai 1923 wurde an einem der Bogen eine starke Undichtigkeit bemerkt; sie war anscheinend darauf zurückzuführen, daß ein Gerüstbalken, dessen Ende in der Mauer steckte, einfach abgeschnitten wurde. Das Balkenende blieb wie ein Pfropf in der Mauer stecken, faulte und gestattete dem Wasser Durchgang. Mit Handmischung wurden täglich — größtenteils durch schlecht bezahlte weibliche Hilfskräfte — 500 cbm Beton hergestellt, eine Menge, welche wohl nur bei ganz großen und zahlreichen maschinellen Mischanlagen erreicht werden kann. Die große Zahl läßt daher mit Bestimmtheit den Schluß zu, daß die vorerwähnte Anzahl der Mischungen auf Kosten ihrer Güte erreicht wurde. Auch das Stampfen des Betons scheint nur ungenügend durchgeführt worden zu sein; als technische Oberaufsicht über den großen Bau war weder ein Ingenieur noch Geometer, sondern lediglich ein „Oberaufseher" vorhanden, der über das Projekt nur lückenhaft orientiert war.

Mit kurzen Worten, das ganze ABC der Baupraxis scheint beim Bau der Glenotalsperre außer Acht gelassen, angefangen bei der Herrichtung der Widerlager und bei der Beschaffung bester Baustoffe und aufgehört mit der Verarbeitung einwandfreien Betons unter fachgemäßer Leitung. Ob der eigentliche Entwurf allen Ansprüchen in sta-

*) Die Abbildungen entstammen der Zeitschrift „Beton und Eisen", Jahrg. 1924, Heft 1 (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 66).

Digitized by Google

tischer und konstruktiver Hinsicht genügte, ist mir nicht bekannt und mag dahingestellt bleiben.

Wieweit der Staat als Aufsichtsorgan an derartigen Verhältnissen mitschuldig ist, ist aus der Ferne schwer zu beurteilen. Daß die italienischen Behörden nunmehr plötzlich ihrer Verantwortung etwas bewußter geworden sind, geht daraus hervor, daß mit einem Schlage in ganz Italien alle Talsperrenbauten eingestellt wurden, um eine Prüfung aller der Gesichtspunkte vorzunehmen, deren Nichtbeachtung im Falle der Glenotalsperre vermutlich die Katastrophe verursacht haben.

Bereits im Jahre 1918 wurde von berufener Seite der Vorschlag gemacht, beim zuständigen Ministerium in Rom eine zentrale Behörde zu schaffen, welche den Entwurf jeder Talsperre zu prüfen, den Bau zu überwachen, das fertige Bauwerk zu belasten und abzunehmen hätte. Diese Zentral-Behörde, welche — mutatis mutandis — in Bayern etwa der Obersten Baubehörde beim Ministerium des Innern entsprechen dürfte, wurde aus Sparsamkeitsrücksichten damals nicht bewilligt: es hat sich dies nunmehr bitter gerächt.

Dem Mailänder Architekten- und Ingenieurverein kam es

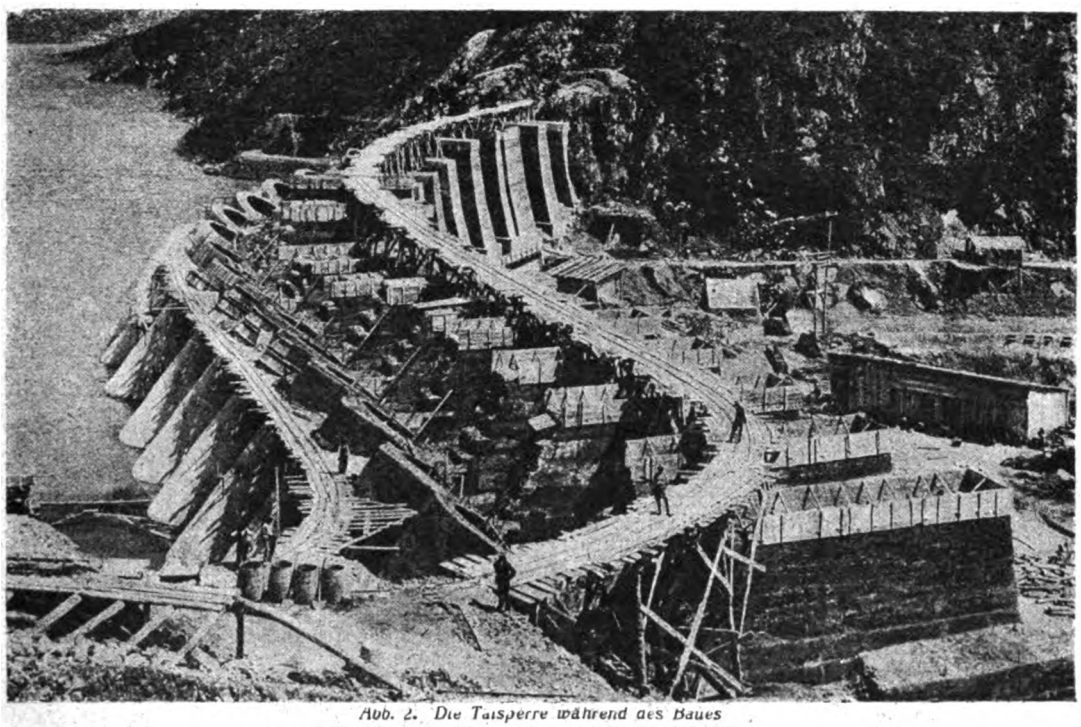


Abb. 2. Die Talsperre während des Baues

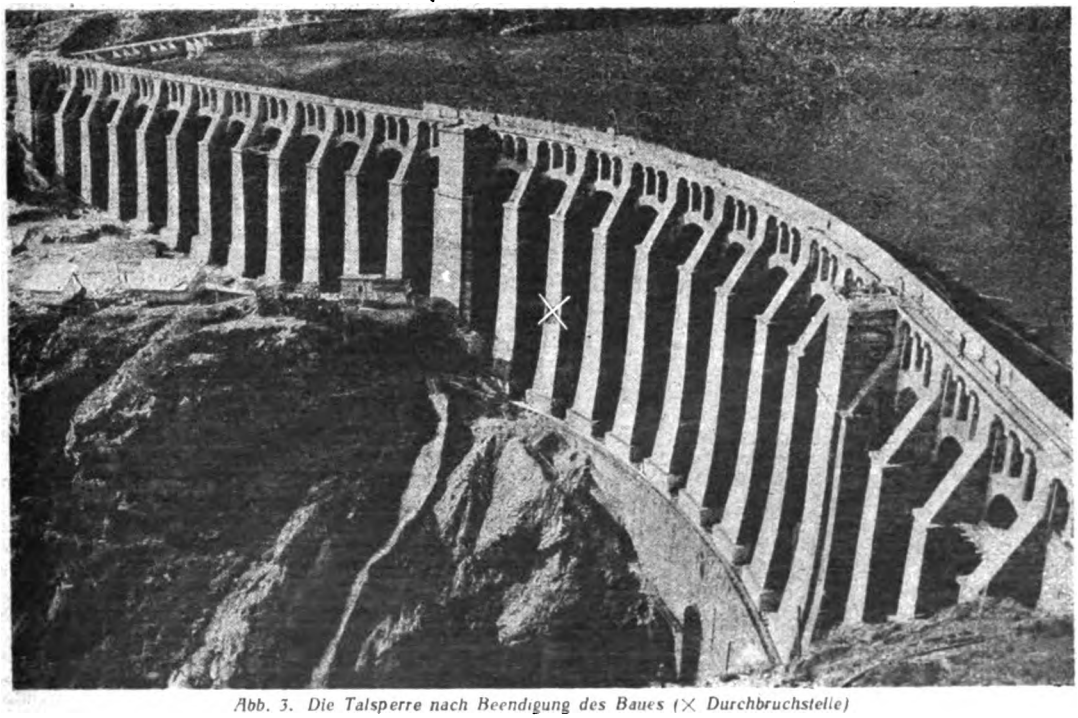


Abb. 3. Die Talsperre nach Beendigung des Baues (× Durchbruchstelle)

Digitized by Google

mit Recht darauf an, die öffentliche Meinung, die infolge des Unglückes nunmehr hinsichtlich aller Talsperren beunruhigt war, dahin aufzuklären, daß die Ursachen der Katastrophe nicht geeignet seien, allgemeine Schlußfolgerungen zu ziehen auf die Güte der italienischen Talsperren, sondern vielmehr darauf hinzuweisen, daß im vorliegenden Falle das Unglück auf die völlige Unfähigkeit und des mangelnden Verantwortungsgefühles des Unternehmers zurückzuführen sei.

Der Verein verlangte ferner vom Staat die sofortige Schaffung der oben erwähnten zuständigen Zentral-Behörde, welche ohne bürokratische Langsamkeit so schnell arbeiten müsse, daß ein Projekt die Genehmigung erhalte bevor der Bau vollendet sei!

Und wir in Deutschland? — Es erscheint mir nicht am Platze, mit einer Beweihräucherung unserer selbst zu schließen mit den Worten: „So etwas kann bei uns nicht vorkommen." Gewiß bürgt wohl der Name aller Firmen, die sich in Deutschland mit der Ausführung derartiger Objekte befassen, für Qualitätsarbeit und auch unsere zuständigen Staatsbehörden würden wohl kurzen Prozeß machen, wenn auf einer deutschen Talsperren-Baustelle ähnliche Mißstände Platz greifen würden. Mir scheint wichtiger zu sein, daß uns wieder einmal klar und deutlich vor Augen geführt wurde, welche vernichtenden Gewalten hinter derartigen Bauwerken aufgespeichert schlummern, um wieviel mehr infolgedessen Fleiß, Sorgfalt und Verantwortungsgefühl des Konstrukteurs und des Erbauers sich vereinigen müssen, und wieviel höher der Sicherheitsgrad eines derartigen Baues bemessen sein muß, als derjenige eines beliebigen Hochbaues.

Die wirtschaftliche Ausbaugröße von Wasserkraftanlagen

Von Obering. v. Gruènewald, Karlsruhe i. B.

Eine der ersten Fragen, die sich beim Entwerfen einer Wasserkraftanlage stellt, ist die nach der Größe des Ausbaus; in manchen Fällen ist die Antwort ohne Weiteres durch die verlangte Maschinenhöchstleistung gegeben, meist wird es sich aber darum handeln, die Ausbaugröße nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu wählen.

Bei Verwendung der Wassermengendauerlinie läßt sich die wirtschaftlichste Ausbaugröße in einfacher Weise mit großer Genauigkeit bestimmen.

Fig. 1.

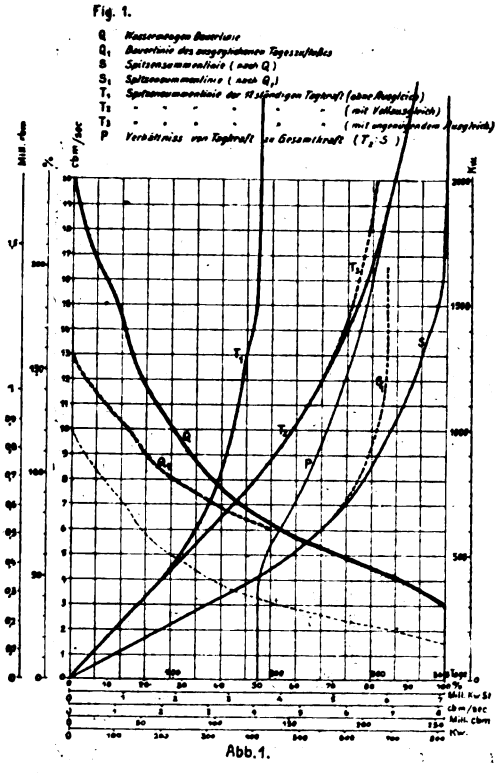


Abb. 1.

Nach der Wassermengendauerlinie wird in bekannter Weise eine Spitzensummenlinie konstruiert: hierzu wird die von der Wassermengendauerlinie *(Q)* und den Coordinatenachsen begrenzte Fläche in horizontale Streifen gleicher Höhe zerlegt und deren Flächeninhalt ermittelt; danach werden die Summenflächen *(Fw)* für 1 bis *n* Streifen (von Ordinaten *O* aufwärts) bestimmt und ihr Verhältnis zur Gesamtfläche in Prozent berechnet.

Die Abszissenachse wird im Prozentmaßstab eingeteilt und danach eine Linie, die Spitzensummenlinie *(S)*, aufgetragen, deren Ordinaten gleich der Höhe der Summenfläche *(Fw)* sind und deren Abszissen das Verhältnis der Summenfläche zur Gesamtfläche darstellen.

Diese Spitzensummenlinie stellt somit die Summenflächen *(Fw)* als Funktion der Höhe dar.

Vergegenwärtigt man sich die wasser- und energiewirtschaftliche Bedeutung dieser Werte, so ergibt sich folgendes:

Die Höhe der Fläche entspricht der Ausbaugröße. Die Fläche *(Fw)* selbst der gesamten bis zu diesem Ausbau nutzbar zufließenden Wassermenge in der zu Grunde gelegten Zeitspanne in cbm, bezw. der gesamten Erzeugung in kWSt, oder dem mittleren Zufluß in cbm/sec. (Gesamtzufluß geteilt durch die Sekundenzahl des zu Grunde gelegten Zeitabschnittes) bezw. der mittleren Leistung (Gesamterzeugung geteilt durch Stundenzahl des Zeitabschnittes.)

Die ganze Länge der Abszissenachse entspricht dem Ausbau auf die gesamte Wassermenge; danach ist die Abszissenachse in 1) cbm, 2) cbm/sec, 3) kWSt, 4) kW einzuteilen. Man kann nun an der Spitzensummenlinie die gesamte nutzbare Wassermenge, den mittleren 24 st. Zufluß, die gesamte Erzeugung. sowie die mittlere 24 st. Leistung als Funktion der Ausbaugröße ablesen.

Nach der Spitzensummenlinie lassen sich noch mehrere wertvolle Hilfslinien konstruieren.

Unter Tagkraft sei die während eines bestimmten Teils von 24 Stunden (t/24) verfügbare Kraft verstanden. Die Tagkraftlinie *(T)* welche diese als Funktion des Ausbaus angibt, läßt sich leicht aus der Spitzensummenlinie ableiten; es sind hier drei Fälle zu unterscheiden:

1. Es ist keine Ausgleichsmöglichkeit gegeben — reines Laufwerk — hier ist die Abszisse der Tagkraftlinie gleich t/24 der Abszisse der Spitzensummenlinie.

2. Es ist bei jeder Ausbaugröße die Anlage eines Speicherbeckens möglich, das für den vollen Tagesausgleich genügt. — Die Tageskraft entspricht der Gesamtkraft eines Ausbaus, der t/24 des gewählten Ausbaus beträgt; es ist also die diesem Ausbau (t/24) entsprechende Abszisse der *S*-Linie gleich der Abszisse der Tageskraftlinie für den gewählten Ausbau.

3. Das Becken ist für den Vollausgleich nur bis zu einer gewissen Ausbaugröße ausreichend. — Bis zu dieser Größe ist die Konstruktion die gleiche wie im vorhergehenden Fall. Für die weitere Konstruktion ist nach der Wassermengendauerlinie in bekannter Weise eine Linie zu bilden, deren Ordinaten den natürlichen Tageszufluß t/24 Q + den Zufluß aus dem Becken in cbm/sec bezw. kW darstellen. Die durch diese *Q'*-Linie und die Coordinatenachsen begrenzte Fläche ist dann streifenweise zu zerlegen und die *Fw*-Flächen im Verhältnis zur Gesamtfläche zu berechnen und danach eine Hilfslinie *S'* zu konstruieren.

Die Tageskraftlinie wird nun in gleicher Art wie im Fall eines ausreichenden Beckens konstruiert, nur wird die Tagkraft durch die dem Ausbau auf t/24 entsprechenden Abszissen der *S'*-Linie dargestellt, statt durch die korrespondierenden Abszissen der *S*-Linie.

Bei Werktagsarbeit und Speicherung des Sonntagszuflusses verfährt man nach der gleichen Methode.

Bei ausreichendem Sonntagsbecken beträgt die Werktagskraft $^7/_6$ der Tagkraft ohne Sonntagsspeicherung; bei ungenügender Speicherung ist die Ordinate der *Q*-Linie um die

Digitized by Google

dem Beckeninhalt mal $^1/_6 \times \frac{24}{48-t}$ entsprechende Ordinate zu erhöhen, um die *Q*-Linie zu erhalten.

(Um nach dem kW-Maßstab die tatsächliche mittlere Tagesleistung während t Stunden zu bestimmen, ist die abgelesene Zahl durch t/24 zu teilen.)

Will man das Verhältnis der Tagkraft zur Gesamtkraft als Funktion des Ausbaus darstellen, so teilt man die Abszissen der Tageskraftlinie *(T)* durch die Abszissen der Spitzensummenlinie und konstruiert danach eine Linie *P* mit den Abszissen im Prozentmaßstab.

In Figur 1 sind die verschiedenen oben genannten Linien (bis auf die Linien für Sonntagsspeicherung) konstruiert. Es

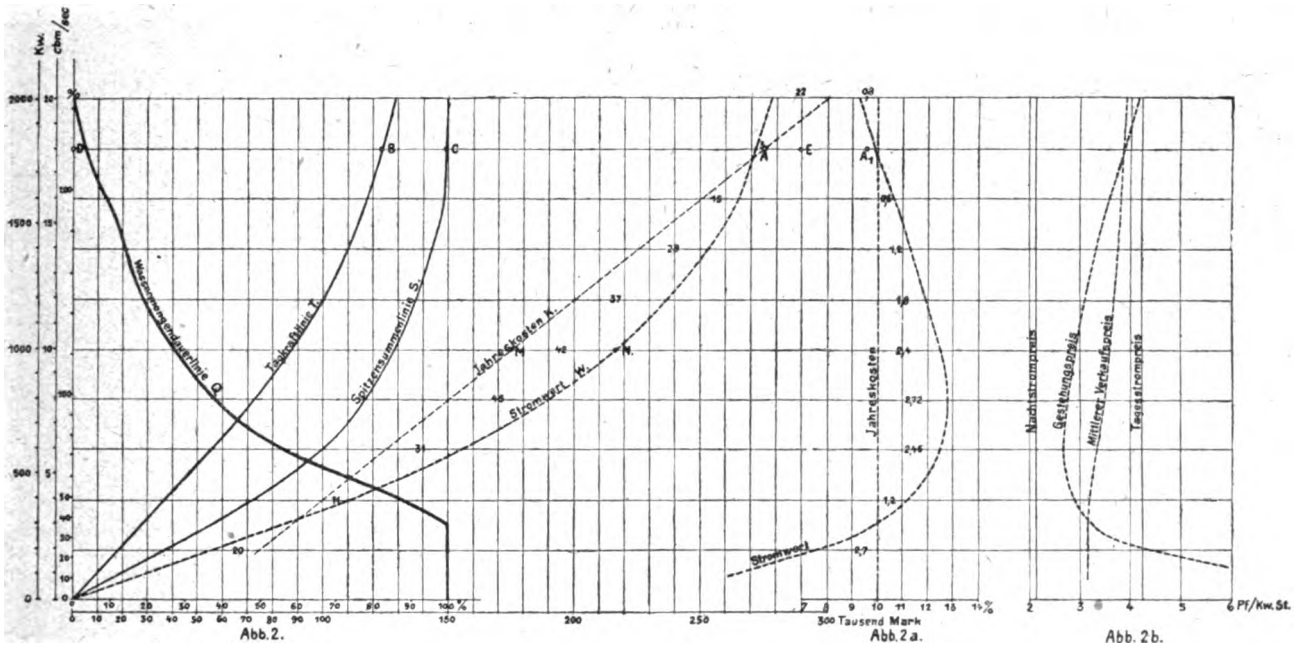


Abb. 2. Abb. 2a. Abb. 2b.

ist hierbei angenommen: die Wassermengendauerlinie ist auf der Basis eines Jahres errichtet, 1 cm der Orginate ist gleich 3 cbm/sec oder 300 kW, oder $3 \times 86\,400 = 259\,200$ cbm Beckeninhalt als Funktion des Zuflusses. Der die Tagkraft bestimmende Teil von 24 Stunden ist zu $^{12}/_{24} = ½$ angenommen worden. Die Konstruktion der Tageskraftlinie (mit Hilfslinien) für den Fall eines nicht ausreichenden Beckens ist gestrichelt. Die gesamte durch die Wassermengendauerlinie und die Coordinatenachsen begrenzte Fläche ist 1352 qmm.

An der Spitzensummenlinie und Tagkraftlinie bezw. an danach konstruierten Hilfslinien, kann der Wert des erzeugten Stromes in Mk. abgelesen werden, wenn man einen kWSt-Preis zu Grunde legt. Es sind hier eine Reihe von Fällen zu unterscheiden.

I. Der Strompreis ist das ganze Jahr hindurch unveränderlich.

1. Einheitlicher Strompreis unabhängig von der Ausbaugröße. Die kWSt-Zahlen des Abszissenmaßstabes mit dem Strompreis in Mk. multipliziert, ergeben einen Mark-Maßstab, an dem gemessen die Abszissen der Spitzensummenlinie und Tagkraftlinien den Wert der entsprechenden Stromerzeugung in Mk. angeben.

a) Tag- und Nachtstrom gleich bewertet — Ablesung an der Spitzensummenlinie *S*.

b) Tagstrom allein bewertet — Ablesung an der Tageskraftlinie *T*.

2. Verschiedener Strompreis für Tag- und Nachtstrom bei Unabhängigkeit von der Ausbaugröße.

Es sei: Die Gesamterzeugung *E* kWSt.
Die Erzeugung von Tagkraft *nE* kWSt *(n < 1)*.
Der Preis für Tagstrom *a* Mk.
Der Preis für Nachtstrom *b* Mk.

Dann ist der Gesamtwert des erzeugten Stromes

$$nEa + (1-n)Eb \text{ Mk.}$$

Für einen bestimmten Ausbau stellt der Abszissenabschnitt von *Y* bis *T* den Wert *nE*, der Abschnitt *T* bis *S* den Wert *(1 — n) E* dar. Wählt man als Grundlage des Wertmaßstabs den Nachtstrompreis *b*, so sind die Abszissen der Tagkraftlinie auf den gleichen Maßstab zu bringen, d. h. mit *a/b* zu multiplizieren.[1]) Addiert man zu der so bestimmten Länge noch den Abschnitt *T* bis *S*, so ergibt die Gesamtlänge den Wert des ganzen erzeugten Stromes. Hiernach wird die Stromwertlinie *W* aufgetragen.

In Figur 2, die auf Figur 1 beruht, ist dies für folgende Annahmen durchgeführt: ausreichendes Tagesbecken, Tagstrom 4.22 Pf., Nachtstrom 2.11 Pf. (Es ist dann 1 cm = 10 000 Mk.)

Sind für mehr als zwei Teile der Erzeugung verschiedene Preise vorgesehen, z. B. für eine gleichbleibende Strommenge (Grundkraft) besonderer Preis, so ist das Verfahren das gleiche, nur daß dann die entsprechende Anzahl Abszissenabschnitte auf einen Maßstab gebracht und addiert wird.

3. Verschiedene Strompreise für Tag- und Nachtstrom bei Aenderung des Strompreises nach der Ausbaugröße.

Verfahren wie unter 2, nur sind die Abszissen der *T*, *S* oder *W*-Linie mit dem jeweiligen Aenderungsfaktor zu multiplizieren.

Bisher war nur von einem Tagesausgleich die Rede; bei dem Ausgleich über längere Zeitspannen (Jahres- oder Monatsbecken) ist dasselbe Verfahren anwendbar, nur ist hier die Wassermengendauerlinie des ausgeglichenen Zuflusses zugrunde zu legen. Den Ausgleich des Zuflusses bestimmt man in bekannter Weise nach einer Ganglinie, die sich über einen beliebigen (möglichst langen) Zeitraum erstreckt. Vgl. hierfür Fig. 3.

Ein Jahres- oder Monatsbecken reicht stets für den Tagesausgleich aus.

II. **Bei Strompreisen, die sich nach der Jahreszeit ändern,** sind die auf Grund der Ganglinie geringer zu bewertenden Teile der Erzeugung in der durch die Dauerlinie begrenzten Fläche entsprechend zu reduzieren (vgl. Fig. 4), wobei dieses sowohl für Tag- und Nachtkraft zusammen als auch getrennt vorgenommen werden kann; in letzterem Falle sind verschiedene Abzüge zu machen und dann die entsprechenden Flächeninhalte zu bestimmen. Diese Flä-

[1]) Man kann natürlich statt *b* auch *a* dem Wertmaßstab zu Grunde legen.

Digitized by Google

chen dienen nur als Unterlage zur Berechnung des Stromwertes, für alle andern Zwecke (kWSt, cbm/sec etc.) ist die unreduzierte Fläche zugrunde zu legen.

Weiter verfährt man nach den oben angegebenen Methoden. Es empfiehlt sich dringend, dieser Untersuchung die Ganglinie für einen längeren Zeitraum (mehrere Jahre) zu Grunde zu legen, da das Ergebnis sonst sehr ungenau werden kann.

Wie aus dem Dargelegten ersichtlich, läßt sich der Wert des erzeugten Stromes für eine beliebige Art der Strompreisbildung in einfacher Weise zeichnerisch darstellen, wobei die Genauigkeit eine recht große ist. Damit ist die Einnahme, die Aktivseite der Wirtschaftlichkeitsberechnung gegeben.

Um die Passiv-Seite, die Stromkosten, darzustellen, ist es erforderlich, die Baukosten für mehrere Ausbaugrößen zu berechnen, was in der Regel nicht sehr große Schwierigkeiten machen dürfte, und danach die Jahreskosten zu bestimmen. Diese Zahlen trägt man als Abszissen zu den betr. Ausbaugrößen im selben Mark-Maßstab auf, der oben für die Gesamtwertlinie *(W)* gewählt war und verbindet die Endpunkte; man erhält dann die Jahreskostenlinie *K*. (In Fig. 2 ist diese Linie nach der Voraussetzung aufgetragen, daß die Anlagekosten bei 400 kW Ausbau 2500 Mk./kW betragen, bei 2000 kW 1500 Mk., daß die Jahreskosten gleichmäßig 10 Prozent der Anlagekosten betragen, und daß die Verbindungslinie der Endpunkte eine Gerade ist — (tatsächlich wird sie in der Regel eine flach ansteigende Kurve sein).

Der Abszissenabschnitt zwischen den Linien *K* und *W* zeigt den Reingewinn, bezw. Verlust in Mk. Der größte positive Abszissenabschnitt entspricht der wirtschaftlichsten Ausbaugröße.

Um den Stromwert in Prozenten des Anlagekapitals darzustellen, sind die jeweiligen Prozentsätze für die Jahreskosten nach dem Verhältnisse des entsprechenden Abszissenabschnitts der Stromwertlinie zum Abszissenabschnitt der Jahreskostenlinie zu reduzieren und danach eine Linie aufzutragen (Fig. 2a). Trägt man noch die Jahreskosten in Prozent des Anlagekapitals in gleichem Maßstab auf, so zeigt der Abszissenabschnitt zwischen beiden Linien den Reingewinn in Prozent des Anlagekapitals. (Die Maxima der Stromwertlinien in Mk. und in Prozent des Anlagekapitals brauchen nicht derselben Ausbaugröße zu entsprechen.)

Um die Selbstkosten, bezw. den mittleren Strompreis je kWSt festzustellen, sind die entsprechenden Zahlen durch die kWSt-Zahl zu teilen. Bei den gewählten Maßstäben ist der Nachtstrompreis durch die Länge der Abszissen der Spitzensummenlinie (*S*) [2]) zu teilen und mit der Länge der Abszisse der Jahreskosten bezw. Stromwertlinie zu multiplizieren. Hiernach kann ein neues Linienpaar aufgetragen werden (Fig. 2 b). Der Abszissenabstand zwischen beiden Linien zeigt den Reingewinn je kWSt an.

Auf Grund dieser Kurven lassen sich verschiedene Sonderaufgaben mit Leichtigkeit lösen; es sei hier ein Beispiel gegeben, dem die Fig. 2 zu Grunde liegt:

Wie hoch muß bei unverändertem Nachtstrompreis der Tagstrompreis sein, damit der Reingewinn in Mk. bei einem Ausbau auf 18 cbm/sec der gleiche sei, wie bei einem Ausbau auf 10 cbm/sec?

Man trage die Länge *mN* vom Punkte *A* nach rechts bis A_1 ab und ziehe hiervon den Abszissenabschnitt *BC* ab, die restliche Länge *DE* ergibt den erforderlichen Gesamtwert des Tagesstromes und geteilt durch die entsprechende kWSt.-Zahl (Abszisse der *T*-Linie) den gesuchten Strompreis, im vorliegenden Falle 5 Pf./kWSt.

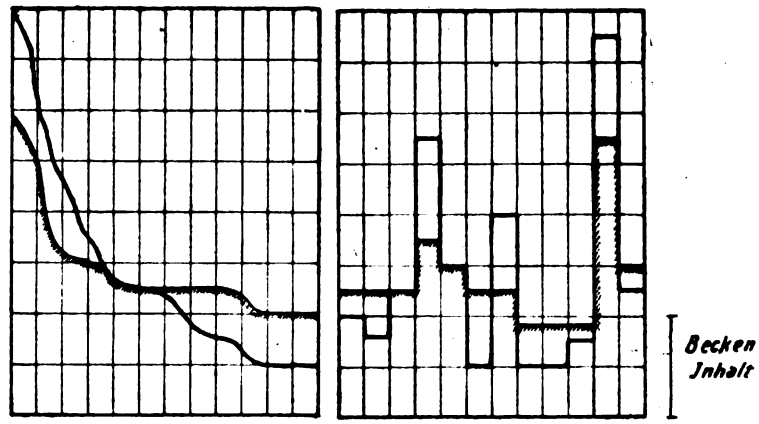


Abb. 3.

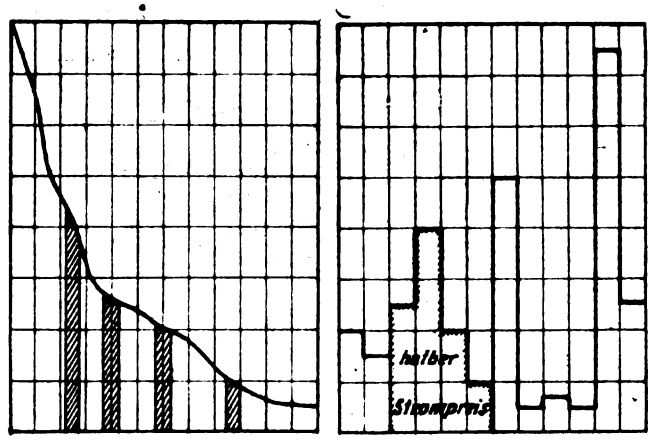


Abb. 4.

Erreichbare spezifische Drehzahl bei Wasserturbinen

Von Moritz Kroll, Pilsen.

Im folgenden wird vorerst eine Formel für die spezifische Drehzahl von Wasserturbinen abgeleitet, welche erkennen läßt, durch welche Anordnungen eine hohe spezifische Drehzahl zu erreichen ist.

Fig. 1 ist der Längsschnitt des Laufrades einer schnellaufenden Turbine vom mittleren Durchmesser *D* und einer Kranzbreite *b*, in Fig. 2 veranschaulicht das Geschwindig-

[2]) $n\,E\,a + (l - n)\,E\,b = n\,E\,(a - b) + E\,b$. Die Abszisse der Spitzensummenlinie ist $E\,b$. Mittelpreis 1 kWSt $= n\,(a - b) + b$

$$b \times \frac{n\,E\,(a - b) + E\,b}{E\,b} = n\,(a - b) + b$$

keitsdreieck 1, 2, 4 die Beziehungen zwischen der mittleren Umfangsgeschwindigkeit u des Laufrades, der zugehörigen relativen Eintrittsgeschwindigkeit w und der wahren Eintrittsgeschwindigkeit c des Wassers, bezw. der Meridiangeschwindigkeit $c_m = c \sin \alpha$.

Die Leistung der Turbine ist:

$$N = \frac{Q\,\gamma\,h}{75}\,\eta, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

wo Q die sekundliche Aufschlagswassermenge, h das Ge-

Digitized by Google

fälle und η den Wirkungsgrad der Turbine bezeichnet. Die Aufschlagswassermenge ist angenähert:

$Q = D \pi b c_m = \mu \varepsilon D^2 \pi \sqrt{2 g h}$, wenn die Kranzbreite $b = \mu D$ und die Meridiangeschwindigkeit $c_m = \varepsilon \sqrt{2 g h}$ gesetzt wird. Man erhält dann für die Turbinenleistung den Ausdruck:

$$N = \varepsilon \mu \eta \frac{\gamma h}{75} D^2 \pi \sqrt{2 g h} \quad \ldots\ldots (2)$$

Aus $u = \frac{D \pi n}{60}$ ergibt sich $D = \frac{60 u}{\pi n}$ oder, wenn $u = \xi \sqrt{2 g h}$ gesetzt wird

$$D = \xi \frac{60 \sqrt{2 g h}}{\pi n} \quad \ldots\ldots (3)$$

Nach Einsetzen dieses Wertes in die Gleichung 2 erhält man $N = \varepsilon \mu \eta \xi^2 \frac{\gamma h}{75} \frac{60^2}{\pi n^2} 2 g h \sqrt{2 g h}$ und daraus:

$$n = \xi \sqrt{\varepsilon \mu \eta} \sqrt{\frac{\gamma h}{75} \frac{60^2}{\pi N} 2 g h} \sqrt{2 g h} \quad \ldots (4)$$

Wird in der Gleichung 4 die Leistung N und das Gefälle h gleich 1 gesetzt, so erhält man die spezifische Drehzahl, also:

$$n_s = \xi \sqrt{\varepsilon \mu \eta} \left[60 \sqrt{\frac{\gamma}{75 \pi} 2 g} \sqrt{2 g} \right] \ldots (5)$$

Der Ausdruck in der Klammer, der nur konstante Werte enthält, ist gleich 1155 und sonach die spezifische Drehzahl:

$$n_s = 1155 \xi \sqrt{\varepsilon \mu \eta} \quad \ldots\ldots (6)$$

Die Formel lehrt, daß die spezifische Drehzahl von der jeweiligen Leistung und dem Gefälle nicht abhängt, wohl aber von dem Wirkungsgrade η dem Verhältnisse μ der Laufradbreite zum Laufraddurchmesser, der Meridiangeschwindigkeit $c_m = \varepsilon \sqrt{2 g h}$ und endlich von der jeweiligen Umfangsgeschwindigkeit $u = \xi \sqrt{2 g h}$. Am maßgebendsten ist die Umfangsgeschwindigkeit, weil die spez. Drehzahl proportional mit dieser Geschwindigkeit wächst, während sie blos mit der zweiten Wurzel der anderen in Betracht kommenden Verhältniszahlen ε, μ und η zunimmt.

Es möge nunmehr festgestellt werden, welche spezifische Drehzahl sich auf Grund von Annahmen erreichen läßt, die noch eine gut funktionierende Turbine ergeben können.

Es wird sich auch bei sehr rasch laufenden Turbinen noch ein Wirkungsgrad von $\eta = 0{,}8$ erzielen lassen.

Das Verhältnis der Radkranzbreite zum mittleren Raddurchmesser kann mit $\mu = 0{,}4$ angenommen werden.

Die Meridiangeschwindigkeit c_m wird sich, wenn man das Wasser unter einem sehr großen Winkel α in das Laufrad eintreten läßt, bis auf $0{,}9 \sqrt{2 g h}$ ja selbst auf $\sqrt{2 g h}$ bringen. Es wäre also der Koeffizient ε mit etwa 0,95 in die Formel 6 einzusetzen.

Den Höchstwert von u bezw. den Koeffizienten ξ erhält man aus folgender Erwägung: Wenn das Wasser parallel zur Radachse das Laufrad verläßt, so gilt bekanntlich die Beziehung $u \cdot c \cos \alpha = g h \eta$. Mit der Geschwindigkeit $c \cos \alpha$ (in Fig. 2 durch die Strecke 3, 4 dargestellt,) kann man bis auf $\frac{u}{5}$ heruntergehen. Es ist dann $\frac{u^2}{5} = g h \eta$, sonach $u^2 = \frac{5}{2} 2 g h \eta$ und $u = \sqrt{\frac{5}{2} \cdot \eta} \sqrt{2 g h}$. Bei dem angenommenen Wirkungsgrade von $\eta = 0{,}8$ erhält man als Höchstwert der Umfangsgeschwindigkeit $u = 1{,}4 \sqrt{2 g h}$, also $\xi = 1{,}4$.

Es ergibt sich nunmehr auf Grund der vorbesprochenen Annahmen als noch erreichbare spezifische Drehzahl der Wasserturbine:

$$n_s = 1155 \cdot 1{,}4 \sqrt{0{,}95 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}8} = 892,$$

also rund: $n_s = 900$.

Fig. 1

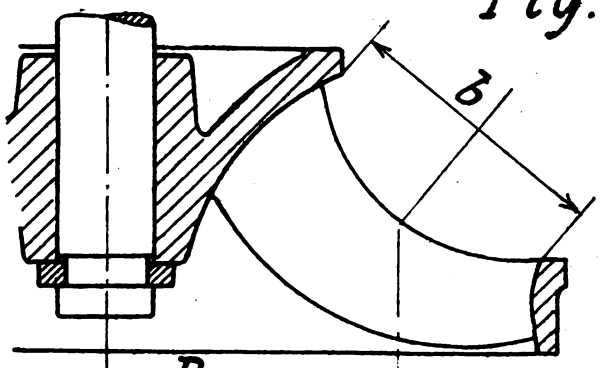
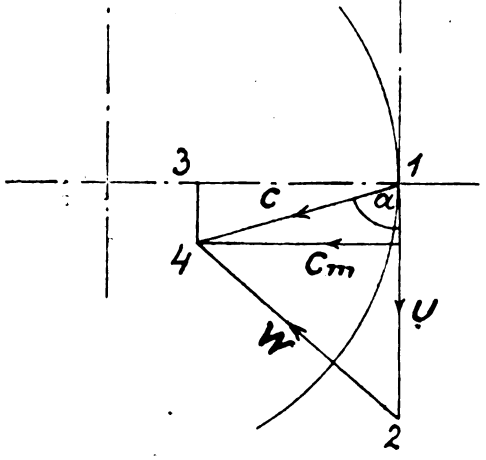


Fig. 2



Das Strubklammwerk der Stadt Salzburg

Von Ing. Ferdinand Alber, Städt. Oberbaurat, Salzburg.

In der Erkenntnis der dringenden Notwendigkeit, neue Kraftquellen für die Erzeugung elektrischer Energie zur Versorgung der Stadt Salzburg und Umgebung heranzuziehen, um dem stets steigenden Bedarf an elektrischer Energie auch weiterhin nachzukommen, hat der Gemeinderat der Stadt Salzburg in der Sitzung vom 6. Juli 1920 den Ausbau der zweiten Stufe des Wiestalwerkes, der bereits in dem im Jahre 1907 verfaßten generellen Projekt vorgesehen war, beschlossen. Dabei wurde auch die Heranziehung des Hintersees als Reserve für den oberhalb der Strubklamm zu schaffenden Stauweiher ins Auge gefaßt, und zwar mit einer direkten Anbohrung des Hintersees.

Bei der allgemeinen Anordnung dieser Wasserkraftanlage war das Wiestalwerk vorbildlich. Die Objekte wurden den Erfahrungen und den geänderten Verhältnissen entsprechend, die während des damals siebenjährigen Bestandes

Digitized by Google

des Wiestalwerkes gemacht wurden, ausgebildet und der Stadt die Bewilligung zur Ausführung des Projektes erteilt.

Das Betriebswasser der neuen Wasserkraftanlage bildet der Abfluß des Hintersees, der Almbach mit seinen Zuflüssen.

Das schmale, eingeschnittene Tal des Almbaches erweitert sich 2,7 km unterhalb des Hinterseeausflusses zu einem 400 m breiten und 1100 m langen Becken, welches den Abfluß des Niederschlagsgebietes des Hochplateaus von Faistenau aufnimmt, und durch die zwischen Krieberg und Strumberg gelegene und nur von der Strubklamm durchschnittene Felsbarre wieder geschlossen wird. Diese Stelle wurde für die Anlage der Talsperre ausersehen. Das gesamte in Betracht kommende Niederschlagsgebiet beträgt rund 100 km². Der Almbach windet sich hierauf durch die ungefähr 2,3 km lange, tiefeingeschnittene Strubklamm und mündet nach Aufnahme des Schwarzaubaches in den Stausee des Wiestalwerkes. (Abb. 1).

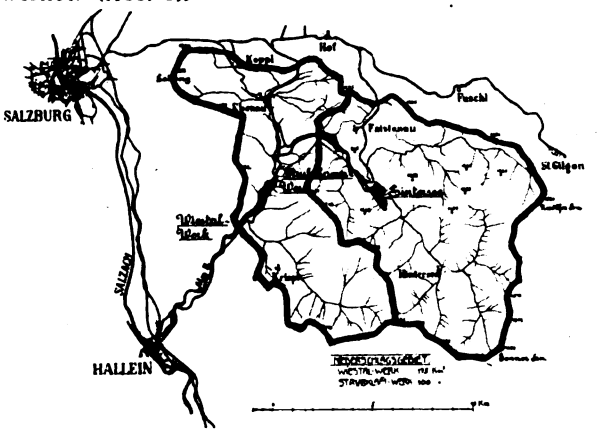


Abbildung 1.

Da das Strubklammwerk eine von jedem Wasserinteressenten unabhängige, direkt zwischen zwei großen Stauseen gelegene Wasserkraft ist, wurde dasselbe als Spitzenwerk ausgebaut, welche Anlage im Zusammenhange mit dem seit 1913 in Betrieb stehenden Wiestalwerk nicht nur den Jahresausgleich, sondern besonders auch den Tagesausgleich zu besorgen vermag. Es wird daher durch Angliederung dieses Werkes an das Wiestalwerk eine äußerst wirtschaftliche Ausnützung der beiden Wasserkraftanlagen erreicht. (Abb. 2).

Das Nutzgefälle des Strubklammwerkes beträgt 105 m, die maximale Arbeitswassermenge 9,3m³/sec. Das Betriebswasser wird dem vorerwähnten künstlichen Stausee unterhalb Faistenau entnommen, welcher bei einer Absenkungsmöglichkeit von 9 m rd. 2 Millionen m³ ausnützbaren Stauinhalt besitzt. Die Talsperre des Stausees ist aus Stampfbeton hergestellt und hat einen Mauerinhalt von 9500 m³; ihre maximale Höhe beträgt 35 m; die Stärke des Fußes an der breitesten Stelle ist 30 m. Die Krone der Sperrmauer hat bei 4 m Breite eine Gesamtlänge von 80 m. Die Mauer selbst ist durchwegs auf gewachsenem Fels (Hauptdolomit) gegründet und ist in Bogenform mit einem Radius von 75 m ausgeführt. Sie wird an der Wasserseite mittels Spritzbeton, der nach dem Torkretverfahren aufgebracht wird, gedichtet. Die Luftseite der Mauer wird gestockt. Zur Entleerung des Staubeckens und zur Ableitung des Almbaches während der Betonierung der Talsperre ist an der rechten Klammseite ein 77 m langer Umlaufstollen ausgebrochen, welcher den Felsen durchquert und durch eine eiserne Schützenanlage verschließbar ist.

Als Entlastungsvorrichtung wird an der linken Seite der Klamm ein 80 m langes Hochwasserüberfallwehr eingebaut, welches imstande ist, bis zu 300 m³/sec abzuführen. Das über den Ueberfall fließende Wasser stürzt unterhalb der Sperre wieder in den Mutterbach ab. Ueber das Hochwassergerinne führt in Verlängerung der Staumauerkrone eine 4 m breite Dreigelenkbogenbrücke von 29 m Spannweite. Zur Verbindung beider Talseiten wird der Gemeindeverbindungs- und Holzabfuhrweg nach Pleik über die Brücke und die Staumauer geführt.

Der Betriebsstollen hat eine Länge von 2450 m. Er wird als Kreisprofil mit 3,3 m² Durchflußfläche ausgeführt. Da der Stollen unter Druck kommt, wird derselbe ausbetoniert und mittels Zementglattstrich gedichtet. Die Stollenstrecke wurde während des Baues durch drei Fenster in vier Teilstrecken zerlegt, um durch Gewinnung mehrerer Angriffspunkte ein rasches und wirtschaftliches Vorarbeiten zu gewährleisten. Vor dem Stolleneinlauf ist ein Grobrechen angeordnet, welcher den Zweck hat, große Geschiebe und Schwimmzeug, wie Baumstämme und dergl., vom Stollen fernzuhalten. Der Betriebsstollen ist ebenfalls mittels einer eisernen Schütze, welche von einem Schacht aus betätigt wird, verschließbar.

Das Wasserschloß samt Druckausgleichschacht wird am Ende des Betriebsstollens in den Felsen ausgesprengt. Vom Wasserschloß führt eine 290 m lange Druckleitung zum Krafthaus. Dieselbe ist durch eine Absperrklappe verschließbar. Vor dem Einlauf befindet sich ein Feinrechen. Aus wirtschaftlichen Gründen und wegen der günstigen Gelände- und Gesteinsverhältnisse wurde anstatt einer offen verlegten Druckrohrleitung ein Druckschacht gewählt. Derselbe erhält eine Blechauskleidung; der Zwischenraum zwischen Blechmantel und gewachsenem Fels wird mit Gußbeton ausgefüllt. Der Durchmesser beträgt 1.70 m. Der untere Teil der Blechauskleidung wurde auf 4,5fache Sicherheit der mittlere und obere Teil auf 2fache Sicherheit berechnet. (Abb. 3).

Unter dem Krafthaus geht die Druckleitung in die Verteilungsleitung über, durch welche das Betriebswasser den Turbinen zugeführt wird. Es kommen 3 Turbinenaggregate zur Aufstellung (Franzis-Spiralturbinen der Firma J. M. Voith, St. Pölten), und zwar zwei Aggregate mit je 2280 PS und ein Aggregat mit 6000 PS. Die Gesamtleistung beträgt somit 10.560 PS. Die Turbinen sind mit je einem Drehstromgenerator der Siemens-Schuckert-Werke Wien direkt gekuppelt. Die Drehzahl pro Minute beträgt 500, bei 50 Perioden und 5000 Volt Maschinenspannung.

Das Krafthaus wird in Backsteinmauerwerk aufgeführt und besteht aus dem Maschinenhaus und dem Schalthaus. Das Maschinenhaus hat bei 13 m lichter Weite eine lichte Länge von 26 m; die lichte Höhe beträgt rund 12 m. In dem an das Maschinenhaus angebauten und niederer gehaltenen Schalthaus finden die zur Schaltung, Verteilung usw. des Stromes notwendigen Maschinen und Apparate Aufstellung. Das in den Turbinen ausgenützte Wasser wird mittels Blechsaugrohren dem Unterwasserkanal zugeführt. Derselbe hat eine Länge von 30 m; er wird in Stampfbeton hergestellt und mündet direkt in den Wiestalstausee.

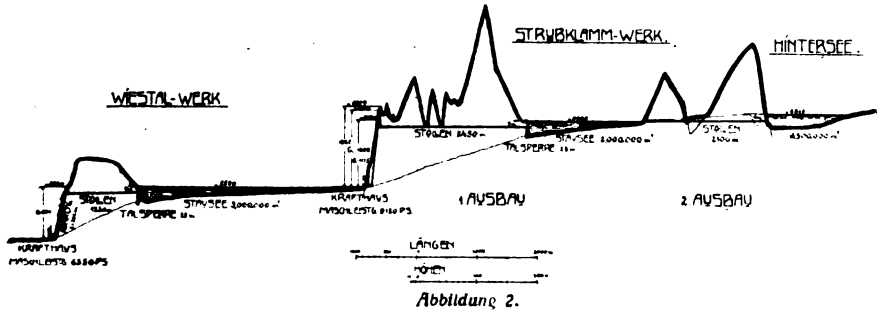


Abbildung 2.

Vom Krafthaus sollen vorerst zwei Fernleitungen abgehen, eine, welche mit 25000 Volt Spannung direkt nach Salzburg führt und eine zweite, welche die Verbindung mit dem Wiestalwerk herstellt. Strubklamm- und Wiestalwerk können auf eine gemeinsame Sammelmaschine arbeiten.

Die Bauarbeiten, welche durch die Firma Pittel & Brausewetter (Wien) ausgeführt werden, sind soweit gediehen, daß mit der Inbetriebsetzung der Anlage im Laufe des Sommers 1924 gerechnet werden kann.

Digitized by Google

Anschließend wird dann der Hintersee durch einen rund 2000 m langen Stollen mit dem Strubklammweiher verbunden. Der verfügbare Stauinhalt erhöht sich dann von 2 Millionen m³ auf 8,5 Millionen m³.

Die Finanzierung des Unternehmens erfolgte durch die Württembergische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft (Weag) in Stuttgart, welche auch die Bauausführung übernommen hat. Die Staumauer wurde im Zweischichtenbetrieb hochbetoniert. Die Bauzeit dauerte 7 Wochen. Die Arbeiterzahl an dieser Baustelle betrug 370 Mann. Der Betriebsstollen ist bereits zur Ganze durchgeschlagen. Die Aussprengung erfolgte maschinell in 2 Schichten. Die durchschnittliche Wochenleistung war 24 m Vortrieb bei einem Ausbruchprofil von 4.5 m². Das Gebirge war durchwegs standfest, der Wasserandrang normal. Die Kraftstation ist bereits unter Dach gebracht. Die durchschnittliche Tagesleistung eines Maurers betrug 4 m³, die gesamte Backsteinkubatur beträgt 870 m³. Die Verbindungsleitung Strubklammwerk-Wiestalwerk ist gegenwärtig im Bau. Die Arbeiterzahl während des größten Betriebes an den Baustellen betrug rund 900 Mann.

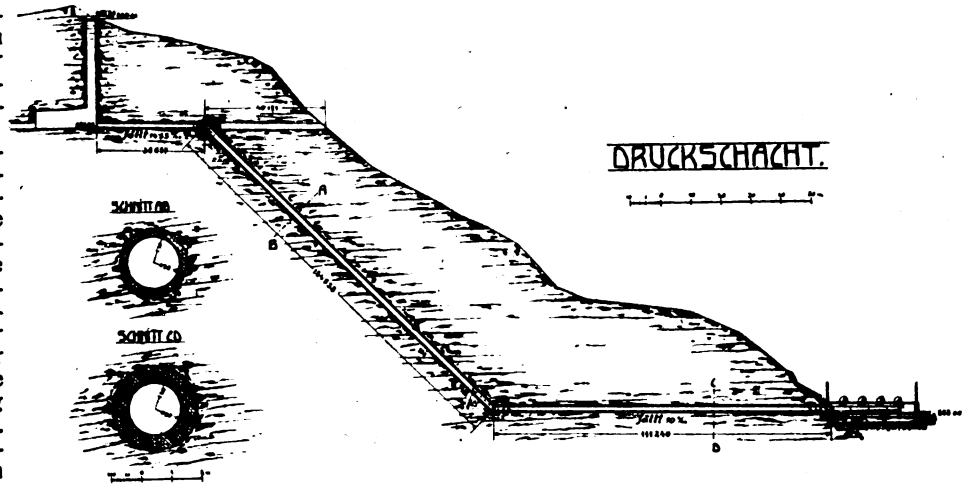


Abbildung 3.

Rundschau

Wasserkraftanlagen

Pumpen-Akkumulierungsanlagen bei Wasserkraftwerken. Diese kommen hauptsächlich dort in Frage, wo mit billiger Ueberschuß- und Nachtleistung Wasser hochgepumpt werden kann zur Wiedergewinnung von hochwertigem, kurzzeitig gebrauchtem Spitzenstrom anstelle von Wärmekraftreserven. Der Wirkungsgrad wird a. a. O. mit 40—50 Prozent angegeben; dies scheint allerdings nicht gerade vollkommene Einrichtungen (insbesondere Pumpen) zur Voraussetzung zu haben; jedenfalls arbeiten die bekannten schweizerischen und deutschen Anlagen mit rund 50 Prozent Wirkungsgrad. Unter Zugrundelegung von 50 Prozent wird also die Pumpenakkumulierung wirtschaftlich, wenn die Ueberschußleistung weniger als die Hälfte des Preises kostet, der für den gewonnenen Spitzenstrom zu erlösen ist.

In Chevenoz, Frankreich, besteht schon seit 1909 eine solche Speicheranlage mit 400 m Gefälle und 650 PS Leistung. Vom Stamstag bis Sonntag abend wird gepumpt und an den Wochentagen die Spitzen aus dem Hochbehälter gedeckt. Im Anschluß an das Kraftwerk Bellville der Elektro-Stahl-Gesellschaft Girod wird eine Anlage errichtet, bei welcher 2 Pumpen von je 5000 PS Leistungsaufnahme auf 500 m Höhe in den Girotte-See fördern; die Ueberschußwässer der Schneeschmelze von Mitte Mai bis Ende Juni des Kraftwerkes Beaufort liefern die Pumpenantriebsleistung. Von ähnlichen Anlagen ist noch bekannt Alten-Aarburg und Schaffhausen, Hermaringen, sodann die Anlage Funghera der Alta Italia mit 8000 PS und Viverone mit 6000 PS der gleichen Gesellschaft. (E. T. Z. 1923, Heft 52, S. 1113, nach Revue Gen. de l'Electricité, Bd. X, S. 881. — Die in Heft 1 dieser Z., S. nnn beschriebene Speicheranlage des badischen Schwarzenbachwerkes dürfte derzeit die größte Pumpenanlage sein.) Rdl.

Eine Talsperre bei Meran soll nach einem wieder aufgenommenen Plan das Passeiertal unmittelbar unter der Zenoburg versperren. Die 60 m hohe Mauer soll einen Stausee vom Kuchelberg bis zur Lazag bilden von etwa 2 km Länge, der einerseits zu Badezwecken u. dgl. dienen, andererseits der Elektrizitätsgewinnung nutzbar gemacht werden soll. Das Ueberwasser würde die Gilfenklamm mit einem mächtigen Wasserfall beleben.

Die Bautätigkeit an Kraftstationsanlagen in Schweden i. J. 1923. Unter den nennenswerteren Kraftstationsanlagen, die i. J. 1923 in Schweden in Ausführung begriffen waren, sind besonders hervorzuheben:

Das Kraftwerk von Holmens bruks och fabriks a. b. bei Motalaström, Bergsbron-Havet, Norrköping. Die Anlage, die nunmehr der Hauptsache nach fertig ist, soll Energie für die Papier- und Textilindustrie der Gesellschaft sowie Ausgleichsenergie für eine Anzahl anderer Industrieunternehmungen liefern. Die Fallhöhe ist 10,8 m und die Turbinenleistung der Anlage erreicht 14 500 PS. Die Anlage ist von Interesse, da sie eine Vereinigung von vorher auf mehrere verteilten Wasserrechten und Kraftwerken darstellt. Der Ausbau hat auch unter ganz verwickelten Verhältnissen, bedingt durch die Lage inmitten eines dicht bebauten Industriegeländes, stattgefunden.

Das Ljusfors Kraftwerk, das der Fiskeby A.-G. gehört, ist ebenfalls bei Motala ström, nämlich an dessen Einlauf in den Glan, gelegen. Die Anlage wurde schon Anfang 1923 fertiggestellt. Die Energie von Ljusfors soll hauptsächlich für Papier- und Zelluloseindustrie verwendet werden und die Anlage ist eigentlich ein teilweiser Umbau einer vorher unmittelbar betriebenen Holzschleiferei. Die Fallhöhe ist 3,75 m und die Anlage ist mit einem Maschinenapparat von 1000 KW ausgerüstet. Sie ist insofern von Interesse, als sie die zweite größere Kraftanlage mit lotrechter Einradturbine ist, die in Schweden zur Ausführung gekommen ist. Die erste von diesen war die vor einigen Jahren fertiggestellte Forshoundforsen Kraftstation. Das Ljusfors Kraftwerk unterscheidet sich bezüglich der Aufstellung der Turbinen von ihr dadurch, daß man die lotrechten Eisenstreben weggelassen hat, die bei Turbinen dieser Bauart das Gewicht der Turbine und des Generators von der Balkenlage des Maschinensaales durch die Turbinenkammer in den Untergrund hinab zu übertragen pflegen. Die Belastung wird hier anstatt durch die Balkenlage des Maschinensaales auf die Umfassungsmauern übertragen.

Bei Lilla Edet im Götaälo sind in diesem Jahre die Arbeiten am ersten Ausbau der hier geplanten Kraftstation vorwärts gegangen. Diese Arbeiten wurden schon 1919 begonnen und umfassen zunächst die Aufführung eines sehr tiefen Fangdammes um den Platz für den Kraftstationsbau. Auf Grund des durch den Niedergang des Geschäftslebens verminderten Energieabsatzes wurden die Bauarbeiten nur in verhältnismäßig langsamem Gange betrieben. Nachdem nach Trockenpumpen des Fangdammes i. J. 1921 die erfor-

Digitized by Google

derlichen Felssprengungen ausgeführt waren, wurde das Betonieren für die Kraftstation im Frühjahr 1922 begonnen und es ging weiter bis zum Streikausbruch im Juni 1923. Das Betonieren, das ungefähr 20 000 cbm im allgemeinen stark bewehrten Betons umfaßt, ist von Interesse, da hier zum ersten Male in Schweden in größerem Umfange verhältnismäßig nasser Beton verwendet wurde, nach amerikanischem Muster in Rinnen von einer zentralisierten Betonstation aus verteilt.

In ihrem ersten Ausbau wird die Anlage drei Maschinenapparate von je 10 000 PS umfassen, eine Kaplan- und zwei Lawaczekturbinen, sämtliche lotrecht, einrädrig. Die Fallhöhe ist verhältnismäßig gering, 6,5 m. Die Anlage ist auch insofern von Belang, als sie ein wichtiges Glied in den Bestrebungen bilden dürfte, einen verhältnismäßig billigen Ausbau von niedrigen Fallhöhen, die ja in den schwedischen Wasserläufen in großer Anzahl vorkommen, zu erreichen.

Für Rechnung des Eisenwerkes Sandvik ist eine größere Kraftstation von etwa 33 000 PS bei Lanforsen im Bau. Die Anlage soll erst 1927 fertig werden und bisher sind erst einige Sprengungs- und Schachtungsarbeiten erfolgt.

Bei der Kraftstation Likfors am Piteälv wird ein Umbau des Stauwehres und des Turbineneinlaufs vorgenommen. Im Zusammenhange damit wird auch ein Maschinenapparat für größere Leistung umgebaut. Der Umbau begreift auch eine Erhöhung der Leistung der Station von 5000 auf 6200 PS in sich. Dr. S.

Wasserbau

Ausbruch des Gleno-Stausees. Zu dem bereits in Heft 23/24 vor. Jahrg. S. 315, kurz verzeichneten folgenschweren Unglück berichtet die „Schweizerische Wasserwirtschaft" nähere Einzelheiten in Heft 15/1923 an der Hand zahlreicher Abbildungen der Bruchstelle, Bauaufnahmen und dergleichen. Wir entnehmen kurz folgendes: Die Staumauer wurde 1918 bis 1922 erbaut, und zwar, was ein eigenartiges Licht sowohl auf die Unternehmung, wie auf die einschlägigen Aufsichtsbehörden wirft, ohne behördliche Prüfung und Ermächtigung. Die Konzessionsverhandlungen über die Ausnutzung des Povo laufen mit allen möglichen Abänderungen seit 1917. Die Staumauer liegt in 1500 m Höhe und ist als massive bogenförmige Mauer von 50 m größter Höhe begonnen; zum Teil auf dieser, zum Teil auf den beiderseitigen Talhängen wurde dann eine Vielfachbogenmauer von insgesamt 254 m Länge, 29,50 m Pfeilerhöhe und 2,50 m Kronenhöhe über höchstem Stauspiegel errichtet. Ein Ueberlauf vermag 50 m³/sec bei Ueberschreitung der höchsten Stauhöhe, abzuführen, das sind etwa 12 m³/sec mehr als der höchste zu erwartende Zufluß beträgt. Nach Aussage des beim Zusammenbruch an der Staumauer anwesenden Wächters, der sich — durch das Geräusch fallender Mauerteile aufmerksam gemacht und bemerkend, daß sich einer der auf die Massivmauer aufgesetzten Pfeiler der Länge nach spaltete — noch retten konnte, war auch keine Ueberflutung der Mauer eingetreten. Wahrscheinlich ist das Unglück dem Nachgeben der Fundierung eines Pfeilers mangels Fundierung auf den Felsen zuzuschreiben, wozu andere Konstruktionsfehler erschwerend mitgewirkt haben dürften, denn es ist sicher, daß beim Bau die nötige Sorgfalt gemangelt hat. Namhafte italienische Fachleute sind der Ansicht, daß der gewählte Typ der Bogenmauer ohne Einfluß auf deren Einsturz war, daß die geologische Beschaffenheit der Baustelle gut war und lediglich der Wechsel der Bauart, die Fundierung der Stützpfeiler der Bogenmauer auf der Massivmauer und eine beispiellose Sorglosigkeit der Unternehmer die Schuld tragen. Nach dem Bericht des Wächters spaltete sich einer der Pfeiler auf der Massivmauer der Länge nach, stürzte ein, und ihm stürzte rasch der gesamte auf der Massivmauer stehende Teil der Bogenmauer nach, so daß sich eine Lücke von 60 m Breite ergab, durch die sich der See entleerte und, wie bekannt, eine Anzahl von Dörfer, mehrere Elektrizitätswerke und das Eisenwerk Voltri vom Boden wegefegte oder in Ruinen legte und etwa 500 Menschenleben vernichtete.

Eine Entwässerung in der Massivmauer war nicht vorgesehen, die Gründung der Pfeiler auf der Massivmauer, welche nur auf das Mauerwerk aufgesetzt waren, sowie die Ausführung der Bogen in armiertem Beton erscheint mangelhaft. Ingenieur Mina, der früher bereits den Bau der Mauer besucht hatte, berichtete als Mitglied einer vom Collegio degli ingegnerie ed architetti in Mailand zur Untersuchung entsandten Kommission. Bei seinem ersten Besuch an der Baustelle im September 1921 wurden eben die Pfeiler auf die Massivmauer, die im Projekt aus Beton vorgesehen, tatsächlich aber aus Kalkstein ausgeführt war, aufgemauert. Die Pfeiler waren nicht in den Felsen eingelassen. Der Kies schien nicht gewaschen zu sein, das Armierungseisen der Pfeiler war augenscheinlich Altmaterial aus dem Krieg (Gerippe von Schutznetzen gegen Handgranaten); auf dem Bauplatz war weder ein Ingenieur, noch ein Geometer anwesend, nur ein über das Projekt wenig unterrichteter Assistent. — Beim zweiten Besuch im Mai 1923 war das Wasser bereits bis auf 4 m unter Mauerkrone gespeichert. Eines der Gewölbe zeigte erheblichen Wasserverlust; es wurde ihm an der Baustelle erklärt, daß täglich mit Handarbeit 500 m³ Beton hergestellt würden, was völlig unmöglich ist. — Beim dritten Besuch am Tage nach der Katastrophe stand der Berichterstatter vor einem krassen Widerspruch zu allen Regeln der Baupraxis und deren Vorsichtsmaßnahmen, welcher den Schöpfern dieses Baues offenbar gar nicht zum Bewußtsein gekommen war, insbesondere was die Vorbereitung des Felseinschnittes, die Qualität der verwendeten Baustoffe, die genaue Mischung des Betons und Waschung des Kieses und besonders die dauernde verantwortliche Ueberwachung der Baustelle betrifft. Daneben mangelte jede behördliche Kontrolle — obwohl die einschlägigen Fachverbände schon seit 1918 ihre Bemühungen zur Aufstellung besonderer Kommissionen zur Projektprüfung und laufenden Bauüberwachung durch die Regierung fortsetzen — so daß es eben möglich sein konnte, daß das Staubecken gebaut und in Betrieb genommen werden konnte, während unterm 5. Juli 1923 das Ministerium erst die Dringlichkeit des Konzessionsverfahrens bewilligt und Planvorlage verlangt hatte.

Die Kommission stellt fest, daß der Bau von Stauanlagen an sich zu keinerlei Bedenken Anlaß gebe und daß zur Sicherstellung einwandfreier Ausführung seitens der Regierung unverzüglich alle Schritte unternommen werden müssen, daß dagegen das Staubecken im Glenotale im Hinblick auf die Bauleitung wie auf die Ausführung einen ganz abnormalen Fall darstelle, der abweicht von den Bauten anderer Unternehmungen, die sich ihrer Verantwortung bewußt waren und über die nötigen technischen Kenntnisse verfügten.

Was die Unternehmer der Glenotalsperre sich haben zu schulden kommen lassen, wäre — wenn die angeführten Gründe zutreffen — Mord. Rdl.

Wirtschaftliches

Allrussische Ausstellung für Landwirtschaft und Heim-Industrie, Moskau 1923. — Der „Almanach" in deutscher Sprache, eine umfangreiche Broschüre mit dem schon im Zeitpunkt ihres Erscheinens vor Eröffnung der Ausstellung liegenden Zweck: nicht Führer durch die (inzwischen stattgehabte und bestens beurteilte[1]) Ausstellung zu sein, sondern auf die Ausstellung vorzubereiten und für sie zu werben, bietet eine Reihe wirtschaftlicher Gesichtspunkte, die im Rahmen einer einfachen Literaturbesprechung nicht genügend Beachtung finden könnten. Der Allgemeine Teil birgt schon unter den zahlreichen Geleitworten der führenden politischen und wirtschaftlichen Männer der R. S. F. S. R. und bedeutender Auslandsvertreter bei der Moskauer Regierung viele für unseren westlichen Nachbarstaat beachtenswerte Sätze, die alle darauf hinweisen, daß das sich emporarbeiterde, aufwärts strebende Riesenland auf die Technik des Westens angewiesen ist und daher dessen bester Kunde sein wird, um seine eigene Produktion an Bodenschätzen und landwirtschaftlichen Erzeugnissen heben und mit ihnen die so eingegangenen Verpflichtungen abtragen zu können im steten Tauschhandel der Landwirtschaft und Rohprodukte gegen die Technik und deren Verede-

[1]) Siehe auch diese Z. 1923, Heft 4, Seite 48.

Digitized by Google

lungsprodukte. Dieser wirtschaftliche Gleichgewichtszustand, der zwischen Ländern mit sich gegenseitig ergänzenden Bedürfnissen einerseits und Erzeugnissen andererseits naturnotwendig eintreten muß, soll und darf nicht verzögert oder gestört werden durch die nun einmal vorhandene unüberbrückbare Gegensätzlichkeit der Staatsformen und -Systeme; dazu gehört allerdings auch, daß jede mehr oder weniger gewaltsame Propagandatätigkeit unterbleibe.

Die Aufnahmefähigkeit Rußlands ist so groß, daß von einem Konkurrenzkampf der sich dorthin wendenden Unternehmer, sogar von einem Konkurrenzkampf der Länder verhältnismäßig wenig zu spüren sein wird; Deutschland ist hierbei schon durch seine Lage als Lieferer wie als Abnehmer im natürlichen Vorzug. Auf dem Weltmarkt hat Deutschland schon mächtige Gegner gefunden, sei doch nur auf unserem engsten Gebiet an die Ausbreitung vorzüglich der schwedischen Turbinenfabriken über Europa bis nach Spanien und nach Amerika hin gedacht, die neuerdings zu bemerken ist, gestützt auf gleichwertige Leistungsfähigkeit und billigere Liefermöglichkeit, und auch in Rußland hat die nordische Industrie bereits Fuß gefaßt — gehen doch die größten bisher gebauten Turbinen aus Schweden nach Rußland.[2])

Neben kurzen Beschreibungen über die allgemeine Gliederung und Aufmachung sowie über die Vorarbeiten der auch räumlich außerordentlich umfangreichen Ausstellung, für welche nicht nur die Bauten, sondern zuvor noch das Gelände geschaffen werden mußte, füllen den Almanach bemerkenswerte kurze Aufsätze wissenschaftlichen und ökonomischen Inhaltes, welche zeigen was Rußland geben kann und was es benötigt. Neben der Würdigung der Bodenerzeugnisse verbreiten sich drei beachtenswerte Arbeiten von Prof Auhagen-Berlin, Prof. Sabaschnikoff und Prof. Pojanischnikoff-Moskau im Anschluß an allgemein agronomische Probleme, besonders über die Hebung der Erzeugung durch künstliche Zuführung der dem Boden nötigen Substanzen und der Mechanisierung der Landwirtschaft, um nach den Worten des erstgenannten Autors (gerade im getreidearmen Deutschland) „das haferfressende Pferd in möglichst großem Umfang durch die Maschine zu ersetzen". Sabaschnikoff fußt besonders auf dem Grundgedanken, daß der Stickstoff der Luft gebunden und auf anderen Wegen in den Erdboden geleitet werden muß und deutet in diesen Worten nicht nur auf die Stickstoffproduktion an sich hin, sondern auch auf den für ein Land wie Rußland mit weiten und spärlichen Transportwegen für Kohle und Kalk außerordentlich erheblichen Erzeugungsprozeß, das Luftstickstoffverfahren im Anschluß an die großen verfügbaren Wasserkräfte. Deutschlands Stickstoffindustrie ist allerdings nicht auf Luftstickstoff eingestellt, nutzt also die Wasserkräfte nur zu einem Teil dafür aus und braucht Kohle und Kalk — ersteres leider ein recht wertvoll gewordenes Mineral — in großen Mengen; leider hat man sich nicht einmal damit begnügt, sondern auch noch den Strom zur Weiterverarbeitung aus Kohle gewonnen — die Folgen dieser Vernachlässigung unserer Wasserkräfte fühlen wir in den Stickstoffpreisen und fühlten sie in den Zeiten der Stickstoffknappheit wegen Streiks, Transportstockungen, mit anderen Worten in der Abhängigkeit dieser wichtigen Produkte von dem Wollen vieler Einzelner, so daß die A.-G. für Stickstoffdünger in ihrem Jahresbericht 1919 selbst zugestehen mußte, daß ihre mitteldeutschen auf Kohle gestellten Werke wegen Kohlenmangels zeitweilig zum Erliegen kamen. Ich habe auf die in dieser Hinsicht bei uns gemachten Fehler, die sogar noch ihre Verfechter fanden, u. a. schon in Heft 2/3 des Jahrgangs 1919 (Rohstoff- und Energiefragen) hingewiesen und möchte der russischen kommenden Stickstoffindustrie zu bedenken geben, was ich dort zusammenfassend sagte: Die Wasserkräfte verkennen und mit Wärmekraft den riesigen Energiebedarf der Rohstoff- und Stickstoff-Industrie decken wollen, heißt Nationalvermögen vergeuden . . . . Die Gewinnung der Brennstoffe fordert dauernd Arbeitskraft und ihr Gebrauch meist Transporte, beides verschwendet also Energie, abgesehen von der Frage der Energie-Gestehungskosten, die sich keinesfalls zu Ungunsten der Wasserkraft beweisen lassen.

[2]) Anlage am Volhof, ds. Z. 1923, Heft 1.

Für die Erzeugung von 1 t Stickstoff sind (nach einem Vortrag von Direktor Heß auf der 28. Jahresversammlung des V.d.E. zu München) nach den einzelnen Verfahren nötig:

Verfahren	kg Koks	kg Kalk	kWh
Luftstickstoff-Verfahren	—	—	72 000
Kalkstickstoff-Verfahren (Caro) . . .	3,8	7	16 000
Huber-Bosch-Verfahren	6—12		—
Ammoniak-Synthen	—	—	20 000

Rußland wird also wohl hinsichtlich der Verwendung des Stickstoffes sich dem deutschen Vorbild anschließen, hinsichtlich der Erzeugung aber andere Wege gehen. Die Stickstoffindustrie dürfte ein hervorragendes Betätigungsfeld für die deutsche Technik werden.

Welchen Wert man in Rußland und insbesondere auf der Ausstellung der Verbreitung der Elektrotechnik und der Wasserkraftausnutzung beimißt, zeigt die Schilderung der Vorbereitungen und der Disposition. Ein Musterdorf soll neben allen sonstigen Errungenschaften auf rein landwirtschaftlichem Gebiet und sonst recht beachtenswerten Darstellungen, wie z. B. hinsichtlich feuersicherer Bauweisen, ganz besonders alle Anwendungsmöglichkeiten der Elektrizität zeigen und ein eigenes elektro-mechanisches Büro ist beim Ausstellungsausschuß geschaffen worden. Ein ganz elektrifiziertes Dorf mit Hausgewerbebetrieb zeigt von den Stromerzeugerstationen verschiedener Systeme, darunter mit Wasserkraftanlagen, angefangen, Alles bis zur elektrischen Feuerlöscheinrichtung, elektrischen Heiz- und Kocheinrichtungen. Im Moskwa-Fluß neben dem Ausstellungsgebäude eingebaute Turbinenanlagen liefern den Strom. — Neben den großzügigen und eben deshalb zunächst zum Teil noch unerfüllbaren, daher mehrfach wiedersprochenen Landes-Elektrisierungsplänen[3]) auf der Grundlage der reichen Wasserkräfte — auch verbunden mit dem Ausbau wichtiger Wasserwege von den Produktionszentren nach den Verwertungs- und Verschiffungsplätzen — wird als Anfangsstufe und als vielgebrauchtes Hilfsmittel für dünner bevölkerte Gebiete der Ausbau kleinerer Wasserkräfte in technisch vollkommenster, möglichst vereinheitlichter[4]), billiger Weise für Rußland von hoher Bedeutung sein und bleiben, derart jedoch, daß von vornherein als Hauptzweck der großzügigen Programme die Wahrung der Einheitlichkeit und Vermeidung von Zerstückelungen dient, ohne daß der Unternehmungslust Hindernisse vorgeschoben werden, insolange sie sich dem wirtschaftlichen Programm einordnet. Der breite Raum, der im Programm der Ausstellung und in den bezüglichen Abschnitten des Almanachs der Elektrisierung zusammen mit der Wasserkraftnutzung gewidmet ist, beweist, welche Bedeutung dem Gegenstand zugemessen wird.

Eine Grundbedingung zum erfolgreichen Arbeiten auch auf dem russischen Markt muß allerdings unsererseits noch erfüllt werden: die Hebung der Arbeitsleistung zur Verbilligung unserer z. T. über den Weltmarktpreis gekommenen Erzeugnisse durch Erhöhung der Produktion, ohne Erhöhung der Erzeugungskosten, also durch endlichen Verzicht auf die Wahnsinnseinrichtung, von 168 Wochenstunden nur 48 Stunden zum eigenen und des Landes Verdienst auszunützen, d. h. nur 28,6 Prozent der Woche zu produzieren und hinsichtlich Ausführung wie Bedienung einfachster[5])

[3]) P. Gurewitsch, Die Elektrisierung Rußlands. E. T. Z. 1921, H. 50, S. 1441—47 (ausführliche Schilderung der Projekte zur Landesversorgung mit einer Uebersichtskarte). — Dr. Klein, Rußlands Wiederaufbau und die Elektrotechnik. E. T. Z. 1922, H. 33, S. 1053—57 (Kritik des Aufsatzes von Gurewitsch). — Gurewitsch, Die zukünftige Elektrizitätsversorgung Rußlands. E. T. Z. 1922, Heft 48, S. 1435—37 (mit Erwiderung von Dr. Klein (Diskussion über die 6inwände). — Dr. ing. Koygeanowsky. Einige Wirtschaftsprobleme Rußlands in Verbindung mit dem Plan seiner Elektrisierung. E. T. Z. H. 1, S. 6—8 und H. 2, S. 31—33 (Notwendigkeit durchgreifender Ausnutzung der Naturkraft zum Ersatz der Menschenkraft). — Detig. Die Elektrisierung Rußlands. Deutsche Wasserwirtschaft 1923, H. 4, S. 55—56 (Kurzer Hinweis auf die genannten Arbeiten in der E. T. Z.).

[4]) Auf eine Typisierung der kleineren Wasserkraftanlagen im Interesse rascheren und verbilligten Ausbaues bei uns zu Lande hatte ich schon 1919—1920 mehrfach hingewiesen, u. a. in der Zeitschr. f. d. gesamte Turbinenwesen 1920, H. 26, S. 309 u. flgde. „Beschleunigte Energiebeschaffung durch Organisation der Kleinwasserkräfte" (mit bestimmten Vorschlägen) und in Hinweisen an Reichs- und Staatsbehörden.

[5]) Vgl. kleine Wasserkraft-Elektrizitätswerke. Elektro-Journal 1922, Dezemberheft, S. 281—291; Neuerungen für Klein-Wasserkraftanlagen, ds. Z. 1923, H. 10.

Digitized by Google

unter der gleichen Unkostenbelastung für die Erzeugnisse, wie sie bei einer sicher auch ohne jede gesundheitliche Schädigung möglichen 56—58-stündigen Arbeitswoche vorhanden wäre. Es grenzt fast an Landesverrat wirtschaftlicher Art diesen Zustand einer 20-prozentigen Minderleistung gegenüber dem ohne Schwierigkeit Möglichen, mithin eine 20-prozentige Verminderung unserer Produkte noch beibehalten zu wollen selbst in einer Zeit, wo wir nicht mehr um Geld, sondern nur mehr um Arbeit Ware einkaufen können.

Geschäftliches

Dewag, Deutsche Wasserkraft-Bank Aktiengesellschaft, München. Gegenstand des Unternehmens ist 1. der Betrieb von Bankgeschäften aller Art, in Sonderheit der auf die Finanzierung von Wasserkräften und verwandten Unternehmungen bezüglichen Geschäfte, 2. Beteiligung an der Stromverwertung von Wasserkraftunternehmungen und der Erwerb und Verkauf zweckmäßiger Wasserkraftprojekte, 3. Ausbau und Ausnützung von Waserkräften im In- und Ausland unter besonderer Berücksichtigung vorteilhafter Reguherverfahren zum Zwecke der Kostenersparnis. 4. Erwerb und Verwertung von Patenten, die sich auf den Wasserkraftausbau und die Wasserkraftverwertung beziehen, 5. Förderung der bayerischen bodenständigen Wirtschaftsinteressen in Bayern und in den an Bayern angrenzenden Ländern, namentlich in Oesterreich entlang der Donau, die Gründung gleicher und ähnlicher Unternehmungen, die Errichtung von Tochtergesellschaften im In- und Ausland, die Vornahme aller notwendigen Handels- und Rechtsgeschäfte. Grundkapital: 10 500 000 000 000 Mark. Vorstand: Dr. Ferdinand Steinbrecher, Nationalökonom, München. Gründer: Ludwig Graf v. Holnstein aus Bayern, Oberstleutnant a. D. in München, Diplomingenieur Oskar Poebing, Konservator in München, Emil Schuch, Obering. in Bergen bei Traunstein, Hanno Sperling, Ing. in München, Konsul Wilhelm Hassia Steffen, Gutsbesitzer auf Schloß Kehlburg, Dr. Ferdinand Steinbrecher, Nationalökonom in München, Lorenz Zeiner, Bankdirektor in München.

Paar-Kraftwerke Aktiengesellschaft, München. Die neugegründete Gesellschaft beabsichtigt den Ausbau der Wasserkräfte im Flußlauf der Paar sowie die Verwertung derselben zur Erzeugung elektrischer Energie und die Betätigung aller damit zusammenhängenden Geschäfte. Das Grundkapital beträgt Mk. 525 Mill. Die Gründer, welche alle Aktien übernommen haben, sind: 1. die Firma Weiße Kohle, Elektrizitäts- und Wasserkraftgesellschaft m. b. H. in München, 2. Georg Kitt, Oberingenieur, 3. Paul Tonnenmacher, Notar a. D., 4. Wilhelm Peter, Kaufmann, diese in München, 5. Gustav Siewecke, Fabrikdirektor in Schwandorf, 6. Daniel Dettweiler, Direktor, 7. Emil Moritz, Ingenieur und Direktor, diese in München. Geschäftslokal: Rindermarkt 9/3.

Neue Wasserkraft-Aktiengesellschaft in Bayern. Mit einem Grundkapital von Mk. 303 Mill. wurden in Nürnberg die Saale-Kraftwerk A.-G., Siegkraftwerk A.-G. und Schwarzachkraftwerk A.-G. errichtet zum Ausbau von Wasserkräften, insbesondere von Kraftstufen der Sinn, der fränkischen Saale, im Siegerland und der Schwarzach.

Neue Bayerische Wasserkraft-Aktiengesellschaften. Zum Zwecke der Elektrizitätsversorgung Nordbayerns wurden zwei weitere Gesellschaften, die Kraftwerk Forchheim A.-G. in Forchheim und die Regnitzstromverwertung A.-G. in Erlangen gegründet. Die Kraftwerk Forchheim A.-G. verfolgt den Zweck, die Regnitzwasserkraft bei Forchheim auszubauen. Der Stromabsatz aus dem Kraftwerk ist gesichert. Die Regnitzstromversorgung A.-G. hat vor allem den Zweck, die Stromverteilung und den Stromausgleich aus den Kraftwerken zwischen Erlangen und Bamberg an die Beteiligten, die Städte Erlangen und Forchheim, und an das Ueberlandwerk Oberfranken zu besorgen. Durch Verbindung mit dem Ueberlandwerk Oberfranken sei eine Zusammenarbeit mit dem Bayernwerk und damit Spitzendeckung gewährleistet.

Ausbau Salzburger Wasserkräfte durch deutsches Kapital. Die Württembergische Elektrizitäts A.-G. Stuttgart, die an der Salzburger A.-G. für Elektrizitätswirtschaft führend beteiligt ist, hat 1923 eine 120 000 Pfund Sterling Anleihe aufgelegt, deren Erlös zum Ausbau des Strubklamm-Werkes, einer Wasserkraft von rund 10 000 PS der Stadt Salzburg, bestimmt war. Die Städtischen Elektrizitätswerke Salzburg wollen die auf der bisher bestehenden Anlage von etwa 7000 PS bereits erfaßte Strommenge nach Bayern abgeben. Zur weiteren Unterstützung dieser Stromlieferungen und zur Versorgung des Landes Salzburg hat die Salzburger A.-G. das sogenannte Bärenwerk bei Fusch mit einer Leistung von 10 500 PS und einer Jahreskraftmenge von rund 40 Millionen Kilowatt in Angriff genommen. Das Werk ist bereits bis zu 75 Prozent fertiggestellt. Zur Aufbringung der zur Vollendung noch erforderlichen Mittel gibt nun die Württembergische Elektrizitäts-A.-G. nach dem Muster ihrer früheren Anleihe eine neue 90 000 Pfund Sterling-Anleihe heraus. Zinssatz 7 Prozent.

Ausnutzung der Werra-Wasserkräfte. Unter Führung des Landes Thüringen und unter Mitwirkung des Landkreises Eisenach sowie der Stadt Eisenach hat sich mit 420 000 Goldmark Kapital eine A.-G. gebildet, die zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte der Werra zwei Großkraftwerke an der Werra errichten wird. Das erste Kraftwerk, das vornehmlich den Landkreis Eisenach mit Elektrizität versorgen soll, wird bei Spichra errichtet werden. Ein zweites Kraftwerk wird bei Buchenau, zwischen Mihla und Kreuzburg, gebaut werden. Die Finanzierung des großzügigen Planes sei gesichert. Die Kraftwerke sollen im Laufe des Jahres 1924 fertiggestellt werden.

Vereine – Kongresse

Schiffahrt und Wasserkraftnutzung. In dem im verg. Jahre in London stattgehabten internationalen Schiffahrtskongreß, an welchem etwa 30 Staaten etwa 300 Delegierte abgesandt hatten, wurde bezüglich der Anwendung von Schiffahrt und Wasserkraftnutzung im gleichen Wasserlauf folgender grundlegender Leitsatz aufgestellt: 1. Angesichts des herrschenden Mangels und der fortwährend steigenden Kosten für Brennmaterialien ist es notwendig, die hydraulische Kraft überall zu fassen, wo dies möglich ist. 2. Der Kongreß, der sich hauptsächlich mit Schiffahrtsproblemen befaßt, anerkennt die Wünschbarkeit, überall, wo es möglich ist, Werke zu erstellen, die zugleich der Kraftnutzung und der Schiffahrt dienen sollen. 3. Wenn auch keine allgemeinen Regeln aufgestellt werden können, und jeder Fall nach seinen eigenen Verhältnissen beurteilt werden muß, ist es wünschenswert, bei der Projektierung jedes wasserwirtschaftlichen Werkes auf alle übrigen im Spiele stehenden Interessen Rücksicht zu nehmen, wie auf den Schutz gegen Hochwasser, die Berieselung, die Fischerei, häusliche Gebräuche usw. 4. Aus diesem Grunde ist es wünschbar, daß die hydraulischen Quellen eines Landes unter die Kontrolle eines einzigen Organes gestellt werden, das die Verteilung unter Berücksichtigung der verschiedenen Interessen der Allgemeinheit vornimmt. 5. Alle technischen Untersuchungen, die vorgenommen werden sollen, um die Entscheidungen zu beleuchten, welche dieses Organ zu treffen hat, sind zu unterstützen, namentlich, wenn es sich darum handelt, die Erfahrungen auszunutzen für die Erstellung von Kanälen, die den Dimensionen der heutigen Großschiffahrt entsprechen.

Bahnelektrisierung

Wasserkraft und tschecho-slovakische Staatsbahnen. Die tschecho-slovakischen Staatsbahnen studieren ebenfalls das Elektrisierungsproblem zunächst der in Prag einmündenden Strecken von 463 km Gesamtlänge mit einem ziemlich gleichmäßigen Verkehr von monatlich zirka 25 Millionen Brutto-tkm, wobei die Moldau-Wasserkräfte bei Prag zur Energielieferung gedacht sind. Es sind dies die geplanten Stauanlagen bei Vrang und Tschechowitz mit im Durchschnitt 19 000 PS, was für die Grundbelastung ausreichen soll. Zur Spitzendeckung sollen die bestehenden und neuen Wärmekraftwerke im Kohlengebiet herangezogen werden. Ing. Zuranek, der Vorstand der Elektrisierungsabteilung, spricht sich dabei zugunsten der Stromversorgung aus bahneigenen Kraftwerken aus. Die finanzielle Lösung der an

Digitized by Google

sich auch für die Tschecho-slovakei wirtschaftlich bedeutungsvollen Frage dürfte wohl nur mit Hilfe ausländischen Kapitals zu lösen sein. (Techn. Rundschau u. Anzeiger, Bodenbach, 1924, Nr. 1.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Energiewirtschaft. Ausbau und Ausnutzung der Wasserkräfte Deutschlands. Niederschrift der Sitzung des wasserwirtschaftlichen Ausschusses des Reichswirtschaftsrates vom 8. Juni 1923 und der anschließenden Aussprache. „Deutsche Wasserwirtschaft", 1924, Heft 1, S. 1—15.

— Antrag und Leitsätze des wasserwirtschaftl. Ausschusses zum Ausbau und Ausnutzung der Wasserkräfte Deutschlands. Ebendort S. 31.

— Das neue thüringische Wassernutzungsgesetz. „Deutsche Wasserwirtschaft", 1924, Heft 1, Seite 16—24.

— Das thüringische „Notgesetz" über die Nutzung öffentlicher Gewässer. Von Justizrat Mardersteig. Ebendort S. 24—26.

— Ueber die Normalisierung und andere Elektrizitätsversorgungsfragen. Nach einem Vortrag von Großen i. d. Sekt. Aarau d. S.T.V. „Schw. Techniker-Ztg.", 1924, H. 6, S. 64—66 (Forts. folgt). (Entstehung der schweiz. Allgemeinversorgung, deren Normung und Umfang.)

— Kritische Betrachtungen über Anlagen mit Wärmespeichern. „E. T. Z." 1923, H. 36, S. 849—851, 5 Abb. (Bericht über eine Kritik von Pape in „Brennstoff u. Wärmewirtschaft" 1923, H. 3 u. 4, worin die bekannten Dampfspeicher-Systeme verglichen und für vorwiegende Kraftdampfspeicherung der Frischdampfspeicher mit Heißwasser-Rückspeisung zur Kesselanlage, für Heizdampfspeicherung der Ruthsspeicher und für gemischten Betrieb die Kombination Beider empfohlen wird.

Energieverteilung. Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen. Von O. Burger. „Siemens-Zeitschrift", 1924, H. 1, S. 17—26, 13 Abb. (Einfache Berechnungsgrundlagen für Freileitungen und Kabel.)

— Die Elektrizitätsversorgung Frankreichs. Von Boehmer. „Elektrotechnik u. Maschinenbau", 1923, H. 52, S. 747—752, 1 Karte. (Eingehende Darstellung der Leitungsnetze und des Zusammenarbeitens der Kraftwerke nach dem Stande von Anfang 1923.)

Energieversorgung. Das 100 KV-Netz der sächsischen Landesversorgung. Von A. Rachel, Dresden. „E.T.Z.", 1924, H. 2, S. 21—25. 7 Abb. (Umfang des Netzes, Erläuterungen der Gesichtspunkte beim Bau und Entwurf, Betriebserfahrungen und Betriebsverhältnisse.)

Elektroheizung. Elektrizitätsverwertung für thermische Zwecke und Folgerungen betr. den Energie-Export. Von Bertschinger. „Schweiz. Bauzeitung", 1924, Heft 1, S. 10—12. (Die Verbreitung der Elektroheizung hängt sehr wesentlich neben dem Stromtarif, welcher der Benutzungsdauer Rechnung tragen muß, von den Kosten der Energiezuleitung und der Apparate einschl. Installation ab. Betrachtung der Absatzverhältnisse für Heizstrom bei den E.-W. des Kantons Zürich.)

Wärmespeicher in Verbindung mit Wasserkraftanlagen. Von Besser. „Zentralblatt d. Bauverwaltung", 1923, Heft 95/96 und 97/98, S. 575—577, mit 3 Abb. (Kurze Darstellung über Dampfspeicher, bes. Ruthsspeicher, Elektrodampfkessel.)

Bahnelektrisierung. Die elektrische Zugförderung auf dem IX. Eisenbahnkongreß in Rom 1921. (Fortsetzung.) „Schweizer. Wasserwirtschaft", 1923, H. 15, S. 333—337, 1 Abb. (Schluß folgt.) — (Frankreich, Spanien, Schweden, Norwegen und Dänemark. 1. Teil: vgl. diese Zeitschr. 1923, Heft 23/24, S. 313.)

— Zur Elektrifikation der (schweizerischen) Bundesbahnen. Von Dr. Gelpke. „Die Rheinquellen", Zeitschr. f. schweiz. Binnenschiffahrt und Wasserwirtschaft, 1923, Nr. 12, S. 167—177. (Bedenken und Einwendungen gegen die Elektrisierung vom wirtschaftlichen, betriebstechnischen und strategischen Standpunkt aus.)

Elektrotechnik. Wasserkraftwerke für Ein- u. Dreiphasen-Wechselstrom. „B.B.C.-Mitteil.", 1923, H. 11/12, S. 169—172, 3 Abb. (Kraftwerke für gleichzeitige Ueberlandnetz- und Bahnbelieferung: Amsteg der S.B.B., Walchenseewerk, Mittlere Isar. Darstellung der elektrischen Anlageteile.)

Wasserkraftanlagen. Das Don Pedro-Stauwerk in Turlock (Vereinigte Staaten.) Von R. W. Shoemaker. „General Electric Review", 26. Bd., 1923, Nr. 11, S. 736—40, 7 Abb. (Einzelheiten über den Bau der Staumauer und über die elektrische Einrichtung des Kraftwerkes.)

— Der Entwurf eines kleinen Wasserkraftwerkes. Von R. R. Robertsohn. „Electrical World", 82. Band, 1923, Nr. 18, S. 918, 1 Abb. (Kurze Angaben über die Anlage des Wasserkraftwerkes von 7000 kVA.)

— Holzdaubenrohre. Von Rabovsky. „Der elektr. Betrieb", 1924, H. 2, S. 9—10, mit 3 Abb. (Herstellung und Verlegung der in der Fabrik hergestellten Rohre kleineren Durchm. und der am Verwendungsort gebauten größeren Holzrohre. Hydraulisches Verhalten.)

— Ausbau kleiner Wasserkräfte nach dem Kriege. Von P. Federmann. „Deutsche Wasserwirtschaft", 1924, Heft 1, S. 27—30, mit 12 Abb. (Beschreibung einiger von Escher, Wyss & Cie. ausgeführten kleineren Turbinenanlagen.)

— Das St. Lorenz-Projekt. Von Detig. „Deutsche Wasserwirtschaft", 1923, Heft 11/12, S. 152—156, 2 Abb. (Bericht über die Projekte zum Ausbau des St. Lorenz-Stromes für Großschiffahrt und Kraftgewinnung, bes. den Entwurf von Cooper mit einer Leistung von zusammen 5 400 000 PS.)

Kraftwerke. Wasserwiderstände zum Belasten elektrischer Maschinen. Von H. Man. „Technische Rundschau u. Anzeiger", Bodenbach, 1924, Heft 3, S. 35—37, mit 1 Abb. und 1 Zahlentafel. (Bemessungsgrundlagen und Daten für Wasserwiderstände zu Belastungszwecken.

Wasserkraftnutzung. Die Wasserkräfte Griechenlands. Von X. Schürmann. „Schweiz. Bauztg.", 1923, Bd. 82, Nr. 13, S. 159—64, 4 Abb. (Hydrographische Verhältnisse und Bodengestaltung, Ergebnisse der ausgeführten Studien, Zusammenstellung der Wasserkräfte Griechenlands.)

— Hydroelektrische Akkumulierungsanlage der Firma Manufactures Hartmann et Fils, Münster i. Els. Von Dipl.-Ing. E. Rabner der SSW. „Siemens Zeitschrift", 1923, Heft 11, S. 499—506, 11 Abb. (Ausnützung der Nachtenergie durch Anlage von hochgelegenen Speicherbecken unter Zwischenschaltung von Pumpen. Beschreibung des hydrotechnischen Teils.)

Turbinenbau. Berechnungsgrundlagen d. Bankiturbine. (Auszug aus: Sonneck, Theorie der Durchströmturbine. Verlag Springer, Berlin.) „Elektrotechnik und Maschinenbau", 1923, Heft 50, S. 723—724. (Grundformeln für die Bankiturbine; Vorschläge von Sonneck.)

Wasserkraftmaschinen. Neue Wasserturbinen. Die Turbinenanlagen im Großwasserkraftwerk Hirten-Holzfeld. „V. D. I. Nachr.", 1924, Nr. 2, 1 Abb. (Nähere Angaben über die 5 Turbinen des im Jahre 1923 in Betrieb gesetzten Kraftwerkes.)

— Die Entwicklung von hochwertigen Schnelläufern in Europa. (European Development in High-Speed Hydraulic Turbines.) By Elov Englesson. — Power, Vol. 58, Nov. 13, 1923, Nr. 20. — Mit 10 Abb. — (Entwicklung der Kaplanturbine in Schweden, Ueberlegenheit gegen die amerikan. Nachbildungen, schematische Darstellung der Doppelregelung, Laufradschaufelverstellung.)

— Die Turbinen des Kraftwerkes Schönmühl in Oberbayern. Von Dipl.-Ing. Stock. „Deutsche Wasserwirtschaft", 1923, H. 11/12, S. 173—174, 2 Abb. (Beschreibung der Doppelturbinen für 9,79 m Gefälle, 24,3 m^3/sec, 166⅔ Umdr., 2530 PS, mit nur einem Lager und einem fliegenden Laufrad.)

— Reguliervorrichtung an Kaplanturbinen. „Deutsche Wasserwirtschaft", 1923, H. 11/12, S. 176,

Digitized by Google

2 Abb. (Der Servomotor für die Laufradschaufel-Regelung steht fest und ist mit der rotierenden in der Welle liegenden Regulierstange durch ein Spurlager für Zug und Druck verbunden.)

Wasserkraftanlagen und Wasserkraftmaschinen. Von Prof. Ing. A. Budau. „Z. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-V." 1923, Nr. 31/32, S. 186—197, 18 Abb. (Gesichtspunkte für die Wahl des Turbinensystems. Nebenanlagen. Moderne Vorschläge.)

Wirtschaftliches. Wasserkräfte und Geldentwertung. Von Dr. ing. Waffenschmidt. „Deutsche Wasserwirtschaft", 1923, Heft 11/12, S. 145—149, 6 Abb., graph. Darstellungen. (Auswirkung der Geldentwertung auf die Baukosten, Einfluß auf die Eigenschaft einer Wasserkraftanlage als Kapitalsanlage.)

— Kärntens Elektrizitätswirtschaft. Von Wolf. „Die Wasserwirtschaft", Wien, 1923, Heft 23, S. 311. (Kurzer Ueberblick über die Wasserkraftausnutzung Kärntens durch die Käwag. — Forstseewerk.)

Wasserstraßen. Die Querschnittsformen neuer Hauptwasserstraßen. Von Dr Ing. Krey, Charlottenburg. „Zentralblatt" 1923, Nr. 57/58, S. 341—342. 1 Abb. (Technische und wirtschaftliche Kritik eines von Sympher für 1000 t-Schiffe vorgeschlagenen Profiles.)

Wasserbau. Der Bruch der Gleno-Staumauer in Oberitalien. „Schweizer. Wasserwirtschaft", 1923, H. 15, S. 343—351, 11 Abb. Bericht über Baugeschichte, Hergang des Unglückes und vorläufige Erhebungen. (Vgl. Rundschau ds. Heftes.)

— Eine allgemeine Geschwindigkeitsformel für natürliche Wasserläufe. Von Reg.- und Baurat R. Winkel, Berlin. „Zentralbl. d. Bauverw.", 1923, Nr. 103/4, S. 613—615., 2 Abb. 2 Zahlent. (Aufstellung von neuen Ergebnissen, die jedoch erst durch weiteres Beobachtungsmaterial nachgeprüft werden müssen.)

— Neueres über Fundationsarbeiten. Von Dr. Lüscher. „Schweizer. Wasserwirtschaft", 1923, Heft 15, S. 337—343. 11 Abb. (Beschreibung der Rekonstruktionsarbeiten unterkolkter Fundamente und Saugrohre beim Elektrizitätswerk Aarau.)

Der Wasserhaushalt des sächsischen Muldengebietes. Von Dr. ing. Fickert. „Deutsche Wasserwirtschaft", 1923, Heft 11/12, S. 164—169 (Forts. aus Heft 9). (Bilanz des Wasserhaushaltes. Verlust hauptsächlich durch Verdunstung im Sommer bis zu 43 Prozent.)

— Die Häufigkeit der Niederschlagstage in Deutschland nach Stufenwerten der Niederschlagsmenge. Von Dr. Wussow. „Deutsche Wasserwirtschaft", 1923, Heft 11/12, S. 166—169 (Forts. aus Heft 3). (Angaben über mittleres Norddeutschland.)

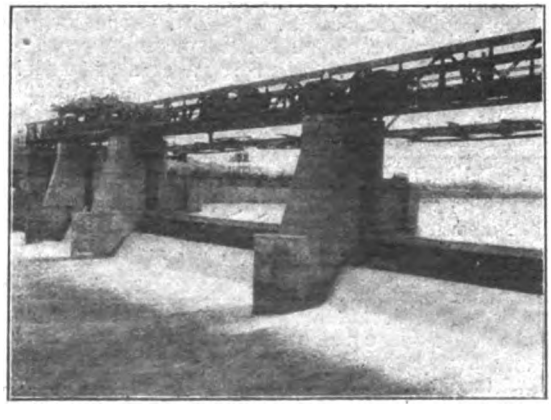
Fortschritte des Grundwasserabsenkungsverfahrens, dargestellt an neueren Ausführungen. Von Sichardt (Siemens-Bauunion). „Der Bauingenieur", 1923, Heft 22, S. 599—607, mit 9 Abb. (Allgemeine Beschreibung des Absenkungsverfahrens und der Vorrichtungen, Beispiele einiger Wasserkraft-, Schleusen- und Tiefbauten, kurze theoretische Betrachtung, Bodendurchlässigkeit.)

— Versuche über die Veränderlichkeit des Beiwertes c in der Thomson-Formel $Q = c \cdot h^{5/2}$. Von Dr. ing. Koch. „Der Bauingenieur", 1923, Heft 22, Seite 607—608, mit 3 Abb. — Der Beiwert c bei Dreieck-Ueberfällen ist keine Konstante; Versuchswerte für $Q \gtrless 160$ l/sec und 2 verschiedene Einschnittformen. Der Thomsonsche Wert $c = 0{,}0140$ gibt von etwa 140 l/sec ab ungefähr 2% zu viel.

— Einfluß der Wandbeschaffenheit eines Gerinnes auf die Wassergeschwindigkeit. Von Dr. ing. R. Winkel. „Zentralblatt der Bauverwaltung", 1923, Heft 99/100, S. 593—595. (Untersuchung über den Beiwert $c \frac{v}{\sqrt{R \cdot J}}$ für verschiedene Gerinnebeschaffenheiten mit einem Kurvenblatt von Versuchsergebnissen.)

— Bagger für den Aushub von Entwässerungs-, Wasserleitungs- und Kanalisationsgräben. „Wasserwirtschaftl. Mitteilungen des deutschen Meliorationsverbandes für Böhmen", 1923, Nr. 12, S. 140 bis 142, 3 Abb. (Beschreibung eines selbstfahrenden Baggers mit Benzin- u. dgl. Motorbetrieb zum Aushub schmaler Gräben.)

— Der Bau des Kraftwerkes Wäggital. „Hoch- und Tiefbau", 1924, Heft 2, S. 11—13, mit 3 Abb.



Alzwerke · Wehr bei Hirten.

Edwards & Hummel Alfred Kunz

Bau-Unternehmung

MÜNCHEN

Entwurf und Ausführung von

Wasserkraft-Anlagen

Beton- und Eisenbeton-Bauten

98/254

Digitized by Google

(Forts.) Bauinstallation und Ausführung der großen Staumauer. — Heft 3, S. 19—23, mit 4 Abb. Materialaufbereitung, Betonierungsanlagen, Kabelkran.

— Die Mitarbeit des Geologen beim Bau von Wasserkraftanlagen. Von Prof. Dr. Stiny. „Die Wasserwirtschaft", Wien, 1924, H. 2, S. 19—22. (Notwendigkeit der eingehenden geologischen Vorarbeiten und dauernden Beaufsichtigung und Verfolgung der Arbeiten selbst, insbes. bei Stollen, so daß die Geologie Hilfswissenschaft der Ingenieurbaukunst ist.)

Buchbesprechungen

Der Volksdichter Ludwig Ganghofer, welcher uns in seinen Erzählungen mit den schönsten Berggegenden bekanntmacht, ist leider zu früh dahingegangen. Seine Werke leben jedoch fort und erfreuen täglich und stündlich Tausende. Ganz besonders begrüßt wird von den Freunden Ganghofers und denjenigen, die es noch werden wollen, die Volksausgabe seiner Schriften, welche mit 4 Serien nunmehr abgeschlossen vorliegen.

Wir verweisen auf das Inserat in der heutigen Nummer der Buchhandlung Karl Block, Berlin SW. 68, welche die Anschaffung dieser Ausgabe durch Gewährung günstiger Zahlungsbedingungen erleichtert.

Theorie der Durchströmturbine. Von E. Sonneck. 55 Seiten mit 24 Abb. Berlin 1923. Verlag Jul. Springer. — Diese sich mit den Grundlagen der als „Bankiturbine" bekannten Turbinenart befassende Schrift werden wir noch würdigen.

Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt, **Arsbok 4. 1922.** V. Hydrografiska mätningar i Sverige. Stockholm 1923. (Die hydrographischen Messungen 1922, Tabellen und Wasserstandskurven).

Revue internacionale de renseignements agricoles. Octobre-Décembre 1923. Rome, Imprimerie de l'institut international d'agriculture. — 344 Seiten mit 35 Abb. — Uns interessieren besonders die längeren Arbeiten: Sir John Russel, Les nouveaux engrais azotés en Grande-Bretagne, und L. F. Kuchler, L'ensilage électrique en Allemagne.

Tage der Technik 1924. Illustrierter technisch-historischer Abreißkalender. Von Obering. F. M. Feldhaus. 366 Blatt mit 314 Abb. Verlag R. Oldenburg, München und Berlin. Grundpreis Mk. 4.50.

Der dritte Jahrgang dieses technisch-historischen Abreißkalenders läßt in Inhalt, Ausstattung und auch im Preis nicht erkennen, in welch schwerer Zeit er erschien. Die auf jeden Tag treffenden geschichtlichen Notizen von der alten bis zur neuesten Zeit sind nicht wahllos zusammengesetzt, stehen vielmehr unter sich und mit den Abbildungen im Zusammenhang und klären manche verbreitete falsche Meinung über die Urheberschaft oder das Alter dieser oder jener Erfindung auf. Vom Altertum bis zur Gegenwart wird die Ausbildung der verschiedenartigsten, für den heutigen Stand der Kultur ebenso unentbehrlichen wie selbstverständlich gewordenen Einrichtuigen vorgeführt, so wie sie gefunden wurden oder wie die Phantasie früherer Jahrhunderte sie dachte oder wie große Geister — man denke nur an den universellen Leonardo de Vinci — sie vorausentwarfen. Ausgewählte Zitate stellen eine Verbindung vom materialistischen Gebiet der Technik zu den großen Dichtern und Philosophen her. Bilder kurioser und scherzhafter Art, vereinzelt eingestreut, beleben den Stoff. Weitaus die überwiegende Mehrheit der Darstellungen und Daten umfaßt die deutsche Technik und deren Leistungen und Männer.

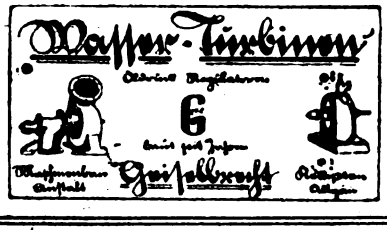
Wir haben einen fachhistorischen Kalender bester Art vor uns, dessen Blätter jedem Leser die Bedeutung der Technik näher bringen und die ihren Wert auch über den Augenblick des Abreißens hinaus beibehalten und zum Sammeln auffordern. Fritz Gärtners „ " schmückt das Umschlagblatt als Symbol der Kraft deutscher Technik.

Keine Kritik, sondern ein Vorschlag soll es sein: vielleicht betont das nächste Jahr, das unserer Technik bessere Zeiten bieten möge, ähnlich wie im vorliegenden Band die Transport- und Verkehrsmittel aller Art, so jene Ge-

Bei allen Anfragen bitten wir höfl. Bezug nehmen zu wollen auf „Die Wasserkraft"

BAHR'S Normog a.h Schriftschablonen

D R.P. Auslandspatent. Vom Normenausschuß empfohlener Beschriftungsapp. Kostenl Prospekt. Neu! Paustinktur Klementine.
FILLER & FIEBIG, BERLIN S 42



Löt-Zinn in Stangen und Platten, in Röhrenform mit Colophon- und Pastafüllung.
Schlag-Lote für Eisen, Kupfer, Messing etc.
Lager-Metalle für Maschinen und Transmissionen jeder Art.
Löt-Mittel für Hart- und Weichlötungen.
Schweißdrähte / Schweißstäbe / Schweißpulver
Bleiwolle, das ideale Dichtungsmittel für Muffenrohre.
Metall-Cement
Ignaz Lamm, Metallschmelze, München
Telefon 23901 **Herzog Rudolfstr. 20**

GANGHOFER
GESAMMELTE WERKE
gegen bequeme Teilzahlungen

Volksausgabe in 4 Serien,
insgesamt 40 Bände in 20 eleganten Doppelbänden in Halbleinen geb. pro Serie 46 Gmk.

1. Serie: Schloß Hubertus / Herrgottschnitzer von Ammergau / Hochwürden Herr Pfarrer / Jäger von Fall / Edelweißkönig / Der Unfried / Der laufende Berg / Martinsklause / Das Gotteslehen / Klosterjäger.
2. Serie: Der Hohe Schein / Schweigen im Walde / Gewitter im Mai / Der Besondere / Dorfapostel / Hochlandsgeschichten (5 Erzählungen) / Hochlandsmärchen (5 Erzählungen) / Das neue Wesen / Mann im Salz.
3. Serie: Waldrausch / Sünden der Väter / Hubertusland (20 Erz.) / Die Jäger / Damian Zagg / Bergzauber (4 Erz.) / Brandung (4 Erz.) / Pachantin.
4. Serie: Der Ochsenkrieg / Berg und Tal (10 Erzähl.) / Das Kind und die Million / Das große Jagen / Die liebe Kreatur (10 Erzähl.) / Die Trutze von Trutzberg / Buch der Kindheit / Buch der Jugend / Buch der Freiheit.

Ludwig Ganghofer, der leider zu früh dahingegangen ist, ist ein Volksdichter im wahrsten Sinne des Wortes. Alle seine Dichtungen sind von der Poesie der Berge durchdrungen.

Ich liefere jede Serie auch einzeln auf Wunsch gegen **4 Monatszahlungen** unter Anrechnung eines Teilzahlungszuschlages von 10 %. Es empfiehlt sich, die erste Rate mit der Bestellung einzusenden.

Karl Block, Buchhandlung, Berlin SW 68
Kochstraße 9 — Postscheckkonto Berlin 20749

Bestellschein. — (Auszuschneiden und einzusenden.)
Ich bestelle hiermit laut Inserat i. d. Wasserkraft bei der Buchhandlung Karl Block, Berlin SW 68, Kochstraße 9 **Ludwig Ganghofer, Gesammelte Schriften, Volksausgabe,** Serie I, II, III, IV, 40 Bände in 20 Doppelhalbleinenbänden, p. Serie 46 Gmk. Der ganze Betrag — die erste Rate folgt gleichzeitig — ist nachzunehmen — der Betrag wird durch 4 Monatszahlungen unter Anrechnung eines Teilzahlungszuschlages von 10 % beglichen. — (Nichtgewünschtes gefl. streichen.) Erfüllungsort Berlin.

Ort u. Datum: .....

Name u. Stand: .....

Digitized by Google

biete, welche uns die Naturkräfte dienstbar machen (Wasser-, Wärmekraftmaschinen, Elektrizität) in ihrem Entwicklungsgang. Ing. C. Reindl.

Elektrotechnik

Hermsdorf-Isolatoren für Hochspannung. Porzellanfabriken Hermsdorf und Freiberg. Ausgabe 1923. — Fast mehr ein Handbuch der Hochspannungsisolatoren, als eine Liste ist das vorzüglich ausgestattete Buch von über 200 Seiten mit 190 Abbildungen. In Wort und Bild sind kurz die Konstruktionsgrundsätze der verschiedenen genormten und nichtgenormten Typen, die Vor- und Nachteile für die verschiedenen Anwendungszwecke, Winke für die Auswahl und Verwendung gegeben. Den Stützen sowie der Befestigung auf denselben sind besondere Abschnitte gewidmet. Sehr instruktive Abbildungen über ausgeführte Leitungen als Anwendungsbeispiele für die verschiedenen Typen, über den Fabrikationsgang und über die Prüf- und Versuchseinrichtungen sind eingestreut, Beispiele für besondere Leitungsausführungen für große Spannweiten (z. B. mit auf Druck beanspruchten Isolatoren), für Bahnbetrieb usw. gegeben. Ein bequem angeordnetes Tabellenmaterial für die einzelnen Typen erleichtert den Gebrauch des Buches als Liste.

A. Schoklitsch **Graphische Hydraulik.** In der Sammlung mathematisch-physikalischer Lehrbücher (Verlag Teubner-Leipzig, Berlin) ist vor kurzem ein Bändchen erschienen über Graphische Hydraulik. Der Verfasser ist den Lesern der Zeitschrift „Wasserkraft" wohl bekannt durch die vorzügliche Art der Behandlung hydraulischer Probleme. In dem kleinen Buche werden mit Hilfe der Nomogramme die wichtigsten und häufigsten Aufgaben der Hydraulik wie Staulinie, Kanalbemessung, vollkommener Ueberfall, Seenrückhalt, Ausgleichsweiher, Wasserschloßproblem usw. auf graphischem Wege gelöst und es zeigt sich, daß auch auf diesem Gebiete die graphische Behandlung so manche Vorzüge besitzt und so ziemlich allen auftretenden Problemen gerecht wird. Dem großen Kreis der Ingenieure sind die hier entwickelten, oft sehr eleganten Lösungen noch völlig fremd und es ist ein großes Verdienst des Verfassers, sie der Fachwelt zugeführt zu haben.

Das Büchlein kann allen nur auf das Wärmste empfohlen werden. Dantscher.

Wasserstraßen-Jahrbuch 1923. Herausgegeben von Reg.-Rat Dr. R. Zeitler, München, und Generaldirektor Dr. h. c. Ott, Köln, in Verbindung mit dem Zentralverein f. deutsche Binnenschiffahrt, Berlin-Charlottenburg. R. Plaum-Verlag A.-G., München 1923. — 295 Seiten mit vielen Abb. und Planskizzen. Geb. M. 6.—.

Die Dienstbarmachung des Wassers für den Verkehr dadurch, daß es die Kraft für die Fortbewegung der Bahnen, also die Kraft für den Landverkehr, liefert, ist eine Errungenschaften der letzten Jahrzehnte; uralt dagegen ist die Heranziehung des Wassers als Verkehrsweg selbst, und denkt man an eine Wasserstraße mit elektrischem Schleppzugbetrieb, — was doch in aussichtsreiche Nähe gerückt sein dürfte — und mit gleichzeitiger Ausnutzung der Gefällsstufen zur Kraiterzeugung, so findet man alle Möglichkeiten erschöpft, welche das Wasser als Kraftquelle wie für den Verkehr in sich schließt. Das Wasserstraßenjahrbuch paßt sich dem Doppelzweck: Verkehr und Krafterzeugung an, den in einer einleitenden Skizze „Wasserkraft und Schiffahrt" Ministerialrat Kreuzer historisch entwickelt unter Abwägung der sich zum Teil scheinbar widersprechenden Forderungen des Betriebes. Haußmann begründet am Beispiel der bekannten Wasserkraftanlage bei Mainaschaff die erfahrungsmäßigen Nachteile der sog. Turbinenpfeiler-Bauart und Baurat Pigge untersucht kurz die Wirtschaftlichkeit der Doppelnutzung der Weser für Schiffahrt und Kraftgewinnung mit dem günstigen Ergebnis, daß der Verkauf der Energie die Erhaltungs- und Betriebskosten des Kanalisierungswerkes deckt. Roloff bespricht die weitere Ausgestaltung der Elbe als Großschiffahrtsstraße, Dr.-ing. Schulte die Verbesserung der Oder als Verkehrsstraße in Vergangenheit

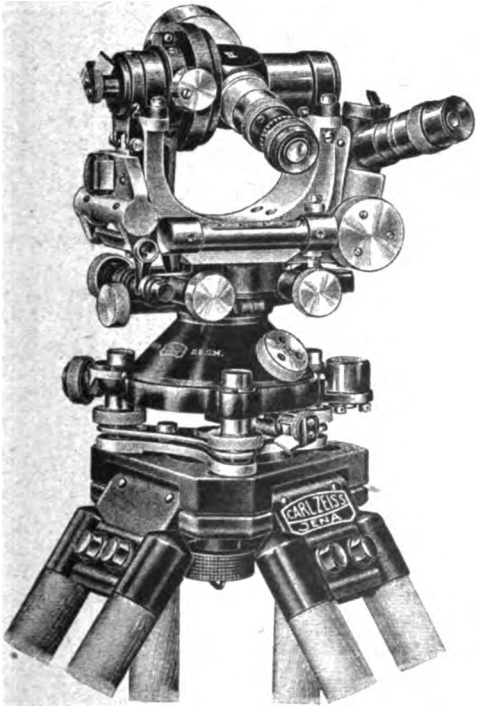
Digitized by Google

und Zukunft, beide vom wasserbautechnischen Standpunkt aus. Diesen ersten Abschnitt „Wasserstraßenbau" des Buches schließt ein lesenswerter zusammenfassender Aufsatz von Dr. jur. Gerstorfer über „Vertragsbedingungen bei Vergebung von Tiefbauarbeiten", der aus den Erfahrungen bei der Rhein-Main-Donau-A.-G. heraus geschrieben für jeden Bauherrn von Wasserkraftanlagen von Wert ist; fraglich erscheint es nur, ob eine später auflebende und nicht mehr das Interesse aller Unternehmer auf nur einige wenige zur Ausführung kommende Bauvorhaben konzentriernde Konjunktur manche der dort angeführten Akkordvertragsbedingungen noch annehmbar erscheinen lassen wird ohne allzu großes Risiko einzugehen; denn es wird wohl auch die Zeit wiederkehren, wo der Unternehmer beim Vertragsschluß auf seinem Standpunkt mit mehr Nachdrck bestehen bleiben kann als heute.

Der zweite Abschnitt „Betrieb und Verkehr" bringt nach einigen für unser engeres Fachgebiet des Wasserkraftwesens nicht wesentlichen, deshalb aber ebenso interessanten Studien verkehrspolitischer Natur — uns interessiert hieraus nur „Die Tätigkeit der internationalen Donaukommission in den Jahren 1922/23" von Ministerialrat Dr. Lindner insoweit, als der Genehmigung dieser Kommission auch die Bauvornahmen zur Kraftausnutzung an der Donau (Kachlet) und am Main-Donaukanal (insbes. Lech-Zubringer) unterlagen und unterliegen — einen längeren Aufsatz von Direktor Dr.-ing. Teubert über „Die neueren Fortschritte im Schiffbauwesen (Binnen-Schiffahrt)" mit einer eingehenden Beschreibung der in den letzten Jahren gemachten Fortschritte im Bau der Schleppschiffe und Schiffsmaschinen (Seitenrad- und Flußschraubenschiffe mit Dampfturbinen und Oelmotoren bis zu den größten vorkommenden Leistungen. Kurz gestreift wird das elektrische Akkumulatoren-Schleppboot, das vielleicht (neben der elektrischen Treidelei) noch eine Zukunft auf den mit gleichzeitiger Kraftgewinnung gebauten Wasserstraßen findet. Tarif- und Versicherungsfragen finden in weiteren Aufsätzen ihre für Verkehrskreise wichtige Besprechung. Der dritte Abschnitt „Aus einzelnen Stromgebieten" beginnt mit einem kurzen Rückblick auf die Verkehrs- und Frachtenverhältnisse in einem Beitrag „Die Donauschiffahrt im Jahre 1922" von Dr. Alma und bringt eine allgemeine interessante Schilderung von Ing. Hollitscher über die mannigfaltigen Umschlag-, Lösch- und Ladeneinrichtungen und Hafenanlagen der Donaustrecke von Regensburg bis Sulina mit vielen Abbildungen und Planskizzen. Von den sonstigen sich mit Schiffahrtsfragen befassenden Aufsätzen bietet noch die Betrachtung „Zur Wasserstraßenpolitik der Tschechoslowakei" von Zulkowsky Interesse wegen der Berührungspunkte mit unserem Fachgebiet, welche die geplante Ausnutzung des Elbe-Regulierungswerkes bei Schreckenstein zu einer Wasserkraftanlage von 22 000 PS für das Außiger Gebiet, ähnlich eine Kraftgewinnungsanlage an der Moldau im Zusammenhang mit der Stěchovicer Stauanlage schaffen und welche das Interesse der tschechoslowakischen Republik an allen einschlägigen Fragen durch Errichtung einer großzügigen Wasserbauversuchsanstalt bei Podbaba zeigen. In einem Anhang sind die Elbeschiffahrtsakte vom 22. März 1923 im französischen Text nebst Uebersetzung, sowie die Transportversicherungsbedingungen auf Binnengewässern und und das Mitgliederverzeichnis des Zentral-Vereins für deutsche Binnenschiffahrt abgedruckt.

Das Wasserstraßen-Jahrbuch 1923 bietet — bei einer für die Zeitverhältnisse lobenswerten Ausstattung und Ausführung — viel des Interessanten und für jene Kreise, welche über das reine Wasserkraftwesen hinaus wasserbaulich oder wirtschaftlich tätig sind. Rdl.

Festschrift des österr. Ingenieur- und Architektenvereins aus Anlaß der Feier seines 75jährigen Bestandes, Wien, im Mai 1923. — Der österr. Ingenieur- und Architektenverein



ZEISS

Neuer

Theodolit

mit

gemeinsamer Ablesung
selbsttätiger Mittelung
u. optischem Mikrometer

Höhe: 200 mm

Auskunft auf Anfrage

CARL ZEISS JENA

Ausführliche Druckschrift „Geote 63" kostenfrei

Digitized by Google

hat damit nicht nur eine Festschrift sondern eine Chronik der österreichischen Technik von bleibendem Wert herausgegeben, deren lesenswerte Aufsätze aus den einzelnen Gebieten natürlich nicht ins Einzelne gehen, sondern einen Ueberblick zu geben bestimmt sind. Es kann nicht auf alle Abhandlungen eingegangen werden ohne den Rahmen einer Besprechung allzuweit zu überschreiten. Erwähnt seien Pleyers Ausführungen über den „Eisenbahnbau in Oesterreich 1898—1923", eine Geschichte der öster. neueren Bahnbauten und ihrer Meister in kürzester Fassung, bis zu den Zerstörungen des Krieges und deren Rekonstruktionen. Ein Ueberblick über die Bautätigkeit der Gemeinde Wien erwähnt unter den Elektrizitätswerksbauten auch die in Angriff genommenen Wasserkraftwerke an der Ybbs der WAG und an der Wiener Hochquellenleitung — war ja Wien bahnbrechend in der Verbindung von Trink- und Kraftwassernutzung mit vorgegangen[1]). Dem Andenken des genialen Lokomotivkonstrukteurs Gölsdorf ist ein kurzer Rückblick über die Entwicklung des öster. Lokomotivbaues von Ing. Steffan gewidmet, Ing. Hölbling berichtet über „25 Jahre chemische Industrie", worunter natürlich die elektrochemische Industrie einen breiten Raum einnimmt, denn erst die Anwendung billiger Wasserkräfte macht viele elektrochemische und elektrothermische Prozesse wirtschaftlich oder sogar überhaupt technisch möglich. In Oesterreich kommt bosonders die Stickstoffherstellung in Frage, für welche das Werk bei Patsch am Brenner nach dem Verfahren von Pauling arbeiten, nächst ihm das neue Haber-Bosch-Verfahren, das Frankreich mit anscheinend wenig Erfolg nachzuahmen versuchte. Auch die Elektro-Metallurgie ist noch zu breiter Anwendung berufen, bes. hinsichtlich der seltenen Metalle zu Veredlungszwecken. Von großem Interesse sind die Ausführungen von Ing. Kieslinger über „das Bergwesen in Oesterreich in den letzten 25 Jahren", worin Kohle und Edelmetalle einen breiten Raum einnehmen; erstere im Zusammenhang mit ihrer Ersetzbarkeit durch Wasserkraft (für Deutschöstereich werden bei 15,7 Millionen t Kohle 10,9 Millionen t als durch Elektrisierung ersetzbar betrachtet, diese Menge wird von Ornig gleichwertig mit 7600 Millionen kWh gerechnet und kann aus den ausbauwürdigen Wasserkräften Deutschösterreichs leicht gedeckt werden), letztere als eine im Mittelalter schon betriebene reiche Einnahmequelle für die damaligen Länder, die heute wieder erhöhte Beachtung findet. Ueber solches berichtet eine Aufsatzreihe „Aus der Oesterreichischen Berg- und Hüttenindustrie" in der ersten Arbeit über die auf Gold bauende Gewerkschaft Rathausberg im Sonnblickmassiv, wo mit modernen Mitteln der in früheren Jahrhunderten verlassene Bergbaubetrieb, der noch im 17. Jahrhundert unter den Salzburger Bischöfen in Blüte stand, auf Betreiben und unter Leitung des vormaligen Bauleiters vom Nordportal des Tauerntunnels (wohl des schwierigsten und überraschungsreichsten Tunnelbaues der letzten Zeit) Oberbergrat Imhof energisch wieder aufgenommen und die Umstellung auf Großbetrieb eingeleitet wurde. Erz und Kohle behandeln weitere Arbeiten über die Oestereichisch Alpine Montangesellschaft und über das Zillingsdorfer Braunkohlenbergwerk der Wiener städt. Elektrizitätswerke. Eine Vereinschronik schließt den ersten Teil. Der anschließende „Industrieteil" bringt auf rd. 100 Seiten viele ebenso interessante Schilderungen großer industrieller Werke und ihrer Erzeugnisse, die in Wort und Bild dem ersten Teil gleichrangig sind. So die kurzen Ausführungen der Baugesellschaft Mayreder, Kraus & Co. in Wien, die Beschreibung der Werksanlagen der Perlmooser Aktiengesellschaft der hydr. Kalk- und Portland-Zementfabrik, die Entwicklung und neuzeitlichen Leistungen der Maschinenfabrik J. M. Voith, St. Pölten, mit Darstellungen bemerkenswerter Turbinen, darunter jene für Partenstein und eine Kaplanturbine.

In Ausstattung, Stoffauswahl und Abbildungsmaterial sowohl im eigentlichen Festschriftenteil wie im Industrieteil, bei welchem der reine Reklamecharakter mit Geschick auf die letzten Anzeigenseiten beschränkt blieb, vorzüglich gelungen, behält die Schrift dauerndes Inteteresse. Rdl.

[1]) Beschreibung der Wiener Kraftanlagen in der Trinkwasser-Leitung s. diese Z. 1922, H. 16, S. 294—297.

70/191

Bauunternehmung J. WAHLER & Co., G. m. b. H.
MÜNCHEN
Schraudolphstraße 2a
Fernspr. 23864, 23865, 23866, 54090
Drahtanschrift: Wahlerbauten
400
Wasserkraftanlagen, Eisenbahn-, Brücken- und Tunnelbauten, Trocken- und Naßbaggerungen, Hoch- und Industriebauten, Torkretarbeiten.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 5 **München, 1. März 1924** **19. Jahrgang**

Die ersten Kaplanturbinen in Schweden

(Nach Prof. Hjalmar O. Dahl: De första Kaplanturbinerna i Sverige, Teknisk Tidskrift 1923, Mekanik 10, und Tekniska Meddelanden från Kungl. Vattenfallsstyrelsen.)

Bald nach dem Bekanntwerden der Grundlagen über die Ausführung und Wirkungsgrade der Kaplanturbinen bestellte das städtische Elektrizitätswerk Gävle eine Kaplanturbine für dessen Kraftwerk Strömsborg bei Verkstaden Kristinehamn als der Lizenzfirma Kaplans, für welche die garantierte Leistung 400 PS bei 4,2 m Gefälle und 250 Umdr./Min. betrug. Das Gefälle kann indessen sehr erheblich schwanken und waren die Garantieziffern für 1/1, 3/4 und 1/2 Belastung bei 4,2 m Nettogefälle 81 bzw. 85 bzw. 82 % Wirkungsgrad, bei 3,4 m Gefälle entsprechend 78, 81 und 77 %. Die Abb. 1 zeigt Querschnitt und Grundriß dieser Anlage. Die Turbinen arbeiten nur parallel mit dem oberen Kraftwerk am Strömsbro und sind deshalb nicht mit ganzselbsttätigen Reglern ausgestattet, sondern nur mit einer hydraulischen Handsteuerung, die auch elektrisch vom Hauptwerk aus beeinflußt werden kann [1]). Die Anlage ist nicht ständig durch einen Maschinisten beaufsichtigt. Die Abb. 2 zeigt den Generator samt der Regleranordnung, Abb. 3 das dreiflügelige Laufrad mit drehbaren Laufradschaufeln, dessen Durchmesser 1550 mm beträgt. Auf der Regulierwelle ist ein Segment befestigt, an welchem ein stets auf Schließen der Leitschaufeln hin wirkendes Gegengewicht mittelst Seil und Leitrolle angreift. Der hydraulische Zylinder ist einfachwirkend und öffnet die Leitschaufeln unter Anheben des Gegengewichtes und Ueberwinden des Regulierungswiderstandes des Leitapparates. Die Zahnradpumpe für das Drucköl kann durch Leitungen zum Hauptkraftwerk von dort aus angelassen und abgestellt werden; steht die Pumpe still, so ist der Zylinder drucklos, und die Leitschaufeln werden durch das Gegengewicht geschlossen. Der Pumpenmotor wird auch durch ein einfaches Zentrifugalpendel auf der Turbinenwelle bei 10 % Drehzahlüberschreitung ausgeschaltet und damit ein Durchgehen verhindert. Der die Stellung des Leitapparates beeinflussende Steuerschieber wird im Betrieb im Werk selbst durch das kleine in Abb. 2 auf dem Regler sichtbare Handrad verstellt, vom Hauptwerk aus durch einen besonderen kleinen Steuermotor.

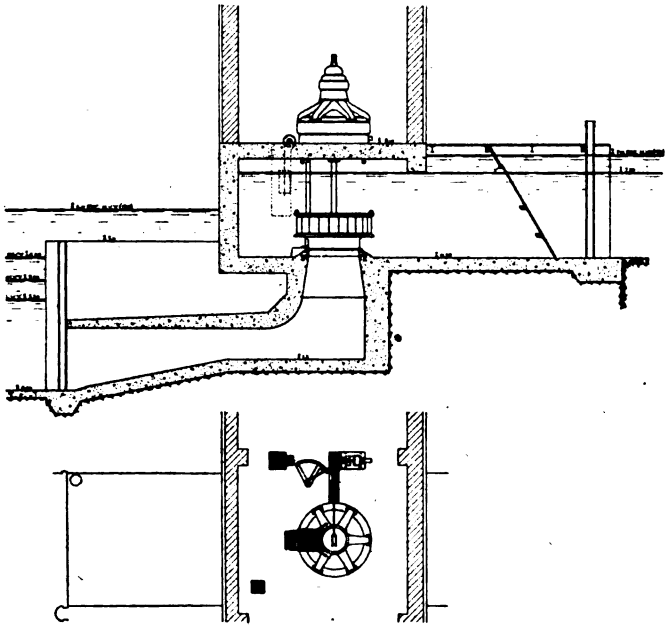


Abbildung 1. Kaplanturbine im Kraftwerk Gävle.

Die ersten Abnahmeversuche am 22. und 23. Februar 1923 durch Civiling. Arvid Björk, Lektor E. Zachrisson und Prof. Dahl mißlangen, teils weil heftige Kälte und Eisbildung die Flügelmessungen störten, teils weil Undichtheiten im Kanal unterhalb des Meßquerschnittes gefunden worden waren. Nach Wiederherstellung des Kanals und Auswahl eines geeigneten Meßquerschnittes wurden am 16. und 17. Juni 1923 neue Proben vorgenommen, wobei die elektrischen Meslungen der Werkingenieur unter Verwendung von Präzisionsinstrumenten ausführte. Der Wasserzufluß zu den Turbinen erfolgt durch einen fast quadratischen gemauerten Kanal von etwa 2,7 m Seitenlänge. Einige Meter oberhalb der Einmündung in das Vorbecken besitzt er einen Querschnitt mit ziemlich ebenen Wänden von 6,664 m² Wasserquerschnitt, der für Schirmmessungen verwendet wurde, außerdem wurden noch genaue Flügelmessungen ausgeführt. Die Versuchsergebnisse sind in der Abb. 4 zusammengestellt, die Garantieziffern liegen tiefer. Bei 81 % Wirkungsgrad gibt die Turbine noch 450 PS statt der garantierten 400 PS und zeigt eine bemerkenswerte Ueberlastungsfähigkeit, so daß bei 4,2 m Gefälle und 536 PS der Wirkungsgrad noch 77 % beträgt. Mit abnehmender Belastung steigt der Wirkungsgrad bis zu 88 % bei zirka 250 PS. Unterhalb dieser Belastung und ohne Anwendung der Leit- und Laufradschaufelregulierung sinkt der Wirkungsgrad rasch wie bei einem Schnelläufer mit festen Schaufeln. Die Wirkungsgradgarantien waren mit 200 PS Belastung gerade erfüllt, bei 300 und 400 PS wesentlich überschritten. Bei einer etwas weitergehenden Verstellbarkeit der Laufradschaufeln wären auch noch höhere Wirkungsgrade bei geringerer Belastung zu erreichen, dagegen erschwert dies erfahrungsgemäß den Anlauf. Bei 3,4 m Gefälle ergaben sich durchwegs höhere Wirkungsgrade als gewährleistet bei einer Höchstleistung von 371 PS statt 300 PS. Die spezifischen Drehzahlen bei Höchstbelastung waren 960 unter 4,2 m Gefälle bzw. 1040 unter 3,4 m Gefälle. Interessant und bemerkenswert im Hinblick auf die von seiten der Amerikaner für sich in Anspruch genommenen Erfolge ist der in Abb. 5 gezeigte Vergleich der mit der Gävle-Turbine unter 4,2 m Gefälle erreichten Wirkungsgradkurve gegenüber einigen amerikanischen Schnelläufern (Kaplan-Nachahmungen) mit

[1]) Ferngesteuerte und unbediente Kraftwerke finden in Schweden steigende Beachtung für kleine wie für größere Leistungen und haben zu bemerkenswert einfachen und hübschen Konstruktionen geführt. Man baut dort Normalanlagen, welche nur durch einen Druckknopf aus der Ferne in und außer Betrieb gesetzt werden, welche sich sogar selbsttätig zu bestimmten Stunden in und außer Betrieb setzen, abgesehen von allen Arten der Fernbedienung. — Vgl. diese Z. 1923, H. 10, S. 119. — Aehnlich das Hilfskraftwerk Göschenen mit Fernbedienung, Schweiz. Technikerzeitung 1923, H. 39/40, S. 458. —

Digitized by Google

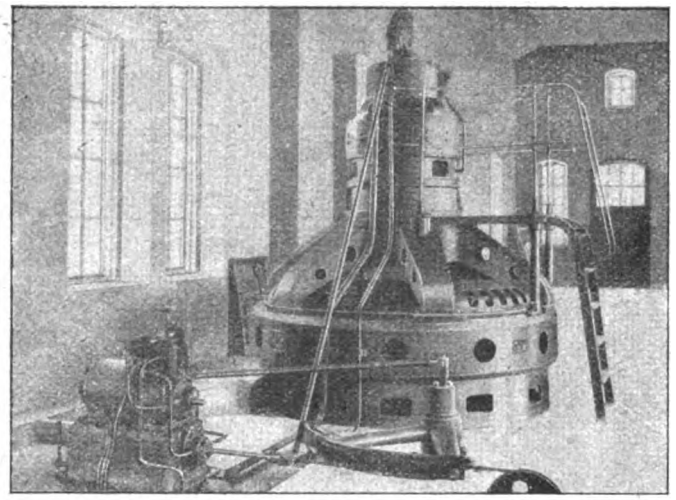


Abbildung 2. Anlage Gävle, Generator und Regulierung.

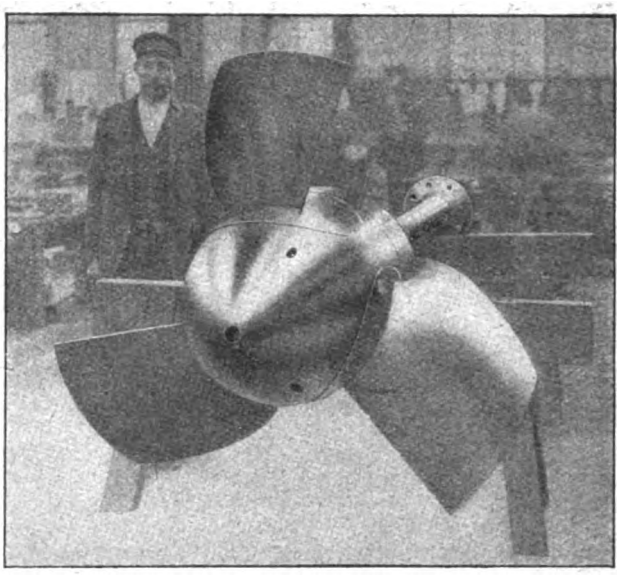


Abbildung 3. Laufrad mit 1550 mm Durchmesser.

festen Laufradschaufeln. Bei der Gävle-Turbine ist in der Kurve beim höchsten Punkt angegeben „von diesem Punkt ab waren die Schaufeln zur Leistungserhöhung verstellbar"; die gestrichelten Kurven geben die auf gleiche Verhältnisse umgerechneten Wirkungsgradkurven einer Allis-Chalmers-Turbine, einer Morris-Turbine von $ns = 796$ und einer in der Schnelläufigkeit der Kaplanturbine von Verkstaden ungefähr entsprechenden Morris-Turbine, welche nicht über 73 % bei Vollast kommt und rasch abfällt.

Abb. 6 zeigt die Anlage Forsvik mit verhältnismäßig geringer Leistung von 100 PS unter 3,15 m Gefälle bei 300 Umdr.-Min. Die Turbine gibt max. 110 PS mit einem besten Wirkungsgrad von 86 % bei 70 PS und einer spez. Drehzahl von 750.

Für die selbsttätige Geschwindigkeitsregulierung, wobei die Leitrad- und Laufradschaufeln zu verstellen sind, finden Doppelregler gleicher Bauart wie bei Peltonturbinen mit Strahlablenkern Verwendung; die Leitschaufeln werden rasch verstellt, die Laufradschaufeln langsamer in die günstigste Stellung nachgeführt. Der Servomotor für die Laufradschaufelverstellung ist an der Turbinenwelle entweder oben, oder unten in der Radnabe angebracht. Mittelst der auf den Abb. 2 und 6 sichtbaren Stange und sichelförmigem Gleitstück verstellt der Regler den Steuerschieber des Laufrad-Servomotors, der konzentrisch in der Turbinenwelle liegt. Die Zu- und Ablaufrohre für das Drucköl zu dem Naben-Servomotor sind gleichfalls aus den Abb. ersichtlich. Die Abb. 8 zeigt die Einzelheiten der Steuerung für den Naben-Servomotor der später noch zu erwähnenden Kaplanturbine von Lilla Edet [2]). Die Verstellzeit für die Laufradschaufeln kann man gleich jener der Leitradschaufeln machen, aber man führt mit Vorteil den Steuerkolben des Laufrad-Servomotors mit einer angemessenen Ueberdeckung aus und erreicht dadurch, daß bei kleinen Belastungsänderungen die Leitradschaufeln allein die Regulierung durch Veränderung der Durchflußmenge übernehmen, wogegen die Laufradregulierung erst bei größeren Laständerungen in Tätigkeit tritt. Es ergibt sich hieraus der Vorteil geringerer Abnutzung, z. B. der Lederstulpdichtungen zwischen Schaufeln und Nabe. In der Abb. 8 liegt in der durchbohrten Turbinen- und Generatorwelle die ebenfalls der Länge nach durchbohrte Steuerstange des Steuerschiebers, welche das Drucköl nach dem Servomotor in der Nabe zuführt; durch die Welle tritt dasselbe wieder von dort nach oben zurück. Die Bewegung der Steuerstange erfolgt durch die Wälzbahn am oberen Ende der Welle mit schräger Stange vom Regler her; die Einleitung einer Bewegung von ruhenden Teilen (Turbinenregler bzw. Wälzbahn) zu rotierenden Teilen (Schaufeln) ist hier auf die einfachste Weise gelöst.[3]) Die

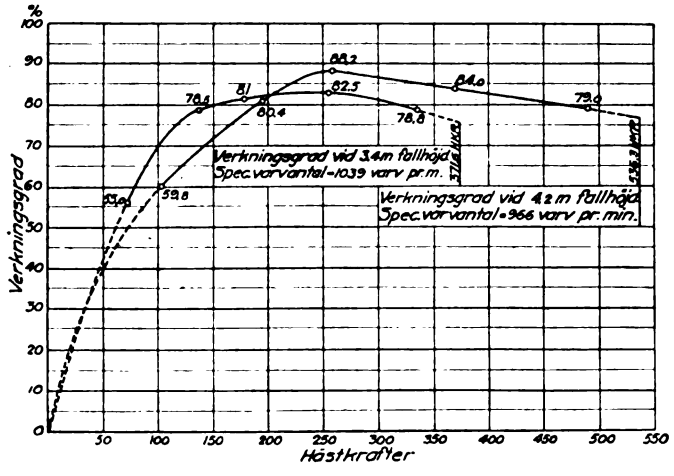


Abbildung 4. Wirkungsgrade der Gävle-Turbine bei 3,4 und 4,2 m Gefälle (spez. Drehzahl 1039 bezw. 966) abhängig von der Leistung in PS.

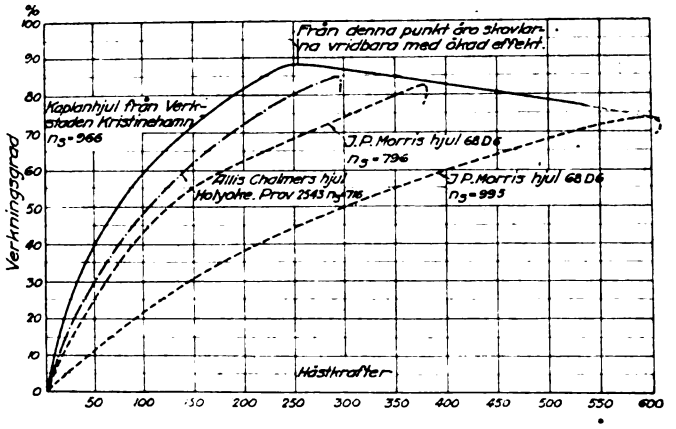


Abbildung 5. Vergleich zwischen der Gävle-Kaplanturbine und amerikanischen Rädern.

[2]) Die Einzelheiten über die Lilla-Edet-Turbine entnehmen wir dem Buch der königl. Wasserfallverwaltung, Stockholm „Statens kraftverk vid Lilla Edet".

[3]) Diese Anordnung mit Nabenservomotor ist wesentlich einfacher als die z. B. in der „Deutschen Wasserwirtschaft" 1921, H 11/12, S. 176 dargestellte Ausführung mit Servomotor oben über der Welle und Doppeldrucklager zur Verbindung der Kolbenstange mit der Verstellstange, die erheblich auf Knickung beansprucht wird.

Digitized by Google

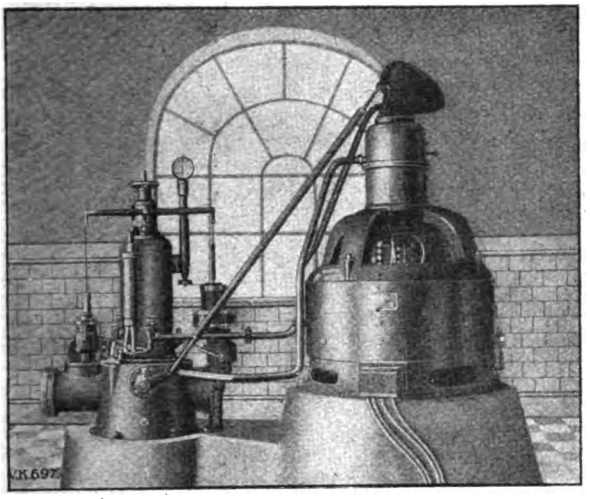


Abbildung 6. Forsvik Generator und Regler.

Schaufeln des Laufrades sind unter sich in der Nabe verbunden.

In der Anlage Strömsberg, wo das Gefälle sehr schwankt, fand man, daß der gegenseitige Zusammenhang zwischen der Einstellung der Leitradöffnung und der Lage der Laufradschaufeln für die verschiedenen Gefälle verschieden sein muß. Dieser Zusammenhang kann verändert werden durch Aenderung der Kurvenbahn (Abb. 8) am Wellenkopf, welche eben den Steuerschieber für die Laufradschaufel-Steuerung beeinflußt, und eine Lösung hierzu bietet die Ausbildung dieser Kurvenbahn mit verschiedenen nebeneinander liegenden Profilen, von welchen durch ein Handrad die jeweils für das vorhandene Gefälle günstigste Kurvenbahn über die Druckrolle gestellt wird. Die Konstruktion der Nabe selbst stellt schwierige Aufgaben, da in deren beschränktem Raum die stark genug bemessenen Lenker und Zapfen unterzubringen sind, welche erhebliche Biegungsbeanspruchungen und Auflagerdrücke aufzunehmen haben. Die durch Chefingenieur Englesson von Verkstaden entwickelten Lösungen auf welche aus patentrechtlichen Gründen nicht näher eingegangen werden kann, gewähren aber größte Zuverlässigkeit, und es ist der Firma gelungen, die Nabe so zuverlässig dicht zu bekommen, daß kein Entweichen des die Nabe füllenden Oeles zu bemerken ist.

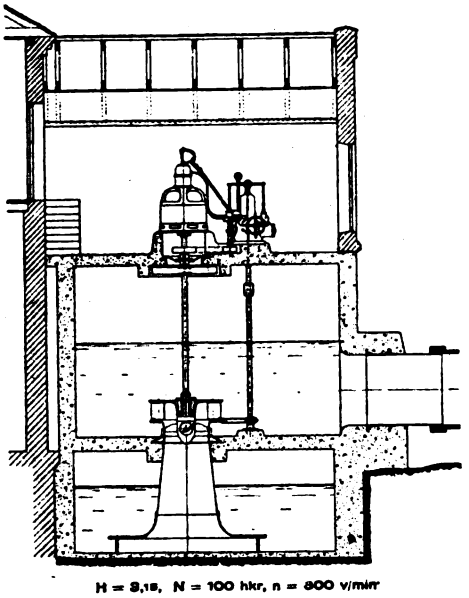


Abbildung 7. Kaplanturbine in Forsvik.

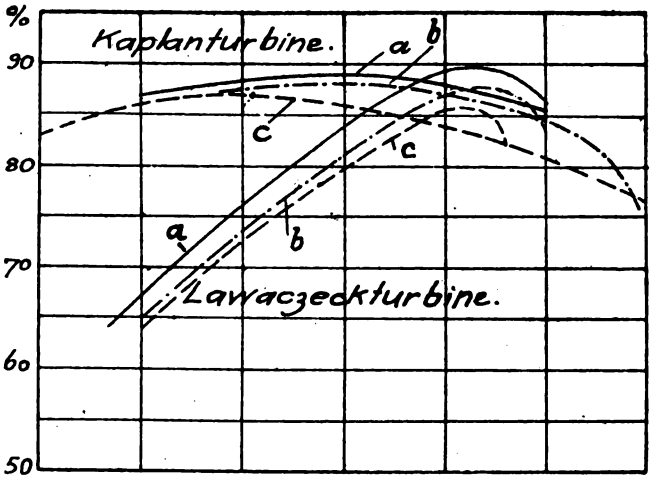


Abbildung 9. Wirkungsgradkurven aus den Versuchen für Lilla Edet.
a) berechneter Wirkungsgrad für die Kraftwerksturbinen.
b) garantierter Wirkungsgrad hiefür.
c) Wirkungsgrad der in Lilla Edet geprüften Modellräder.

Die Angaben über die Gävleturbine geben die Möglichkeit zu einigen interessanten Nachrechnungen. Da die Wassermenge bei Vollast und 4,2 m Gefälle etwa 12,5 m³/sk beträgt, ergibt sich die mittlere axiale Durchflußgeschwindigkeit durch das Laufrad von 1550 mm Durchmesser bei einem Nabendurchmesser von etwa ⅓ des Außendurchmessers zu 7,5 m/sec oder zu 68% der gesamten Geschwindigkeitshöhe (2,87 m). Es geht also nur ein geringer Bruchteil der Energieumsetzung im Laufrad vor sich, der Hauptteil der Umsetzung findet durch die Diffusorwirkung des Saugrohres statt, und es geht daraus hervor, wie wesentlich das gute Arbeiten der Turbine auf dem Saugrohr und dessen bestgeeigneter Ausbildung beruht. In den beiden beschriebenen sowie in einer dritten Anlage, Hörle Bruk mit 480 PS bei 300 Umdr.-Min, unter 6 m Gefälle (n_s = 700), sind verschiedene Saugrohrformen[4]) angewendet: die Gävleturbine hat das typische „Kaplan-Saugrohr" scharf erweitert und vor

[4]) Vgl. Reindl, Die Kaplanturbine in Ausführung und Verwendung, Z. d. V. d. I. 1921, Heft 40, S. 1038. — In der Zwischenzeit hat insbes. die Laufradkonstruktion und die Ausbildung der Vertikalturbinen wesentliche Fortschritte zu verzeichnen.

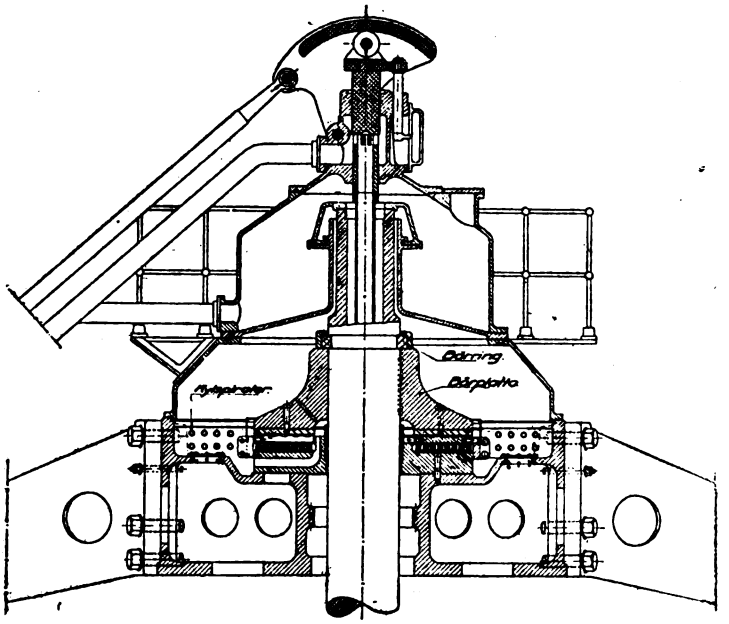


Abbildung 8. Spurlager und Steuerung der Laufradschaufel-Regulierung.

Digitized by Google

der Erweiterung scharf gekrümmt (Abb. 1), die Forsvikturbine besitzt ein „Hydraucone"-Saugrohr (Abb. 7), die Hörle-Bruk-Turbine ein normales verlängertes Saugrohr. Es ist also hier Gelegenheit geboten, mehrere Formen zu vergleichen und die Vorzüge der einen oder anderen Ausführung festzustellen. Die Verhältnisse bedingen einen starken künstlichen Unterdruck hinter der Turbine und besonders hinter den Schaufeln, weshalb die Saughöhe an gewisse Einschränkungen gebunden ist und der Gefällsbereich, innerhalb dessen man mit höheren spezif. Drehzahlen arbeiten kann, nicht beliebig groß gewählt werden kann. Es ist hierin eine gewisse Vorsicht zu beobachten, weil sonst Vacuum- und Wirbelbildung und ev. Anfressungserscheinungen zu befürchten sind[4]). Hier müssen geeignet durchgeführte Versuche den Weg zeigen. Es ist noch interessant, daß z. B. bei der Gävleturbine die normale Laufrad-Umfangsgeschwindigkeit das 2,25 fache bis 2,5 fache der Geschwindigkeit des freien Strahles unter gleichem Gefälle ist.

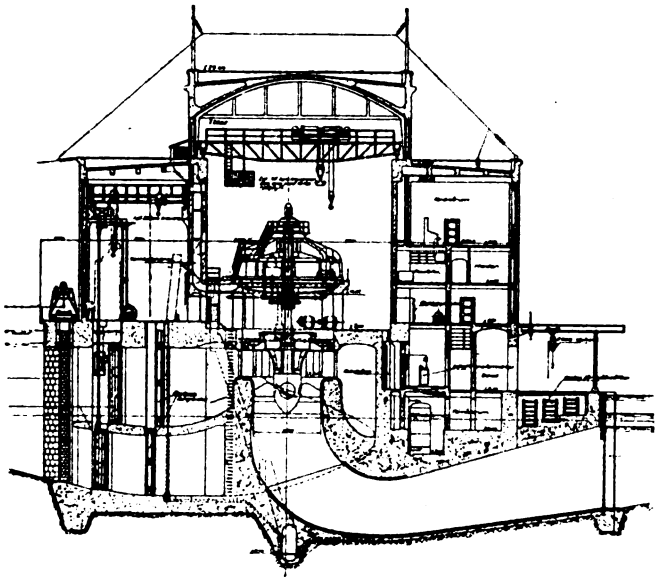


Abbildung 10. Lilla Edet, Querschnitt.

Man findet in der Literatur noch nicht viel über ausgeführte Anlagen mit Kaplanturbinen beschrieben, so daß Verkstaden in seinen Konstruktionsarbeiten bahnbrechend und schöpferisch vorgehen mußte, und der Erfolg zeigte das Gelingen dieser Bestrebungen. Unterdessen hat die königliche Wasserfallverwaltung, wie bekannt, eine 11 200 PS-Kaplanturbine für Lilla Edet bei Verkstaden in Auftrag gegeben, nachdem seitens der Behörde eingehende Versuche in einer eigenen Versuchsanlage in Lilla Edet mit 950 mm Laufraddurchmesser vorgenommen worden waren. Die Abb. 9 zeigt die in der erwähnten Versuchsanstalt erhaltene Wirkungsgradkurve (c) für das zur Verwendung gelangende Radmodell und daraus berechnet die Wirkungsgradkurve für das Rad mit 5800 mm Durchmesser. Die gewaltige Turbine (auf 1 m Gefälle bezogen die stärkste dzt. bekannte Turbine) ist in Abb. 10 ersichtlich [2]); das Leitrad besitzt 24 Drehschaufeln der bekannten Bauart mit außenliegendem Regelring, das Laufrad 4 verstellbare Schaufeln. Auf einem unteren gußeisernen Fundamentring, an den sich nach unten eine Plattenverkleidung im unteren Teil des Saugrohres anschließt, ist ein zylindrischer Einmauerungsring aufgesetzt, in welchem das Laufrad sitzt. Hieran schließt sich der untere Leitradring mit den Drehzapfenlagern. Der obere Leitradring mit dem Führungslager der Turbinenwelle wird durch 11 Distanzsäulen und anstelle der 12. Säule durch einen gußeisernen den Abschluß der Einlauf-Betonspirale bildenden Sporen getragen und ist außerdem in die für das Gewicht des Generators und der übrigen Teile von 1200 t berechnete Betondecke eingebaut. Der Zulauf zur Spiralkammer, der das Ergebnis besonderer Modellversuche in der Versuchsanstalt von Lilla Edet (ebenso wie die Saugrohrausbildung) mit einer Turbine von 950 mm Durchmesser darstellt, ist im Hinblick auf die zu verarbeitende Wassermenge von rund 150 m³/sk zweigeschossig ausgeführt. Der Regler besitzt Einrichtung zur Verstellung des Ungleichförmigkeitsgrades, Oeffnungsbegrenzung für die Leitschaufeln und hydraulische Handregelung und wird von zwei elektrisch angetriebenen Zahnrad-Oelpumpen gespeist. Die Laufradschaufel-Regulierung ist bei Abb. 8 bereits beschrieben. Zur Vornahme von Revisionen und Besichtigung der Laufradschaufeln, besonders der Einzelheiten ihrer Befestigung und Dichtung, worüber längere praktische Erfahrungen noch nicht vorliegen, sind besondere Anordnungen bezüglich des Einmauerungsringes getroffen, in welchem das Laufrad rotiert. Alle einzelnen Segmente dieses Ringes sind in den Beton eingegossen, bis auf eines, das herausnehmbar ist; hinter ihm ist im Beton ein freier Raum ausgespart, so dass nach Herausnahme dieses Segmentes eine Laufradschaufel aus der Nabe radial herausgezogen werden kann. Ferner sind im Leitraddeckel mehrere Segmente herausnehmbar, so daß die Schaufeln durch die entstehende Montageöffnung in den Maschinensaal vermittelst der vorhandenen Hebezeuge hinaufbefördert werden können. Schon mit Rücksicht auf den erstmaligen Zusammenbau waren im Entwurf die verschiedensten Behelfe für Anbringung von Hebezeugen und dergleichen im Innern der Turbine vorgesehen, was erklärlich ist, wenn man berücksichtigt, daß die Leitradhöhe etwa 2300 mm, der Durchmesser des Kreises, auf welchem die 12 Stehbolzen (Säulen) zur Verbindung des unteren und oberen Leitradringes liegen, etwa 8300 mm, der Durchmesser der Laufradnabe etwa 2300 mm und mithin die freie Länge einer Schaufel etwa 1,7 m ist. Hinsichtlich der einzuhaltenden Geschwindigkeitsänderungen bei Belastungsschwankungen ging man hier sowohl bei der Kaplanturbine, wie bei den Lawaczekturbinen nicht so scharf vor wie bei den sonstigen staatlichen Kraftwerken, um ein zusätzliches Schwungrad auf der Turbinenwelle und damit Gewichtsvermehrung und Wellenverstärkung zu vermeiden. Durch schwerere Ausführung der Generatorpolräder ließ sich in ihnen ein Schwungmoment von 4250 tm² unterbringen, womit bei plötzlichen Belastungsänderungen von 2500 bzw. 5000 bzw. 10 000 PS Geschwindigkeitsänderungen von 6 bzw. 12 bzw. 30 % zugelassen sind (gegenüber sonst üblich 4 bzw. 8 bzw. 17 %). Rdl.

Über den Einfluß der im oberen Saalegebiet geplanten Talsperren auf die wasser- und kulturwirtschaftlichen Verhältnisse im Saaletale

Von E. Mattern in Potsdam.

Im Saaletale von Eichicht bis Zeutsch, auf einer etwa 70 km langen Flußstrecke, (Abb. 1 u. 2) liegen eine Reihe Städte, Gemeinden, industrielle Werke, Wassertriebwerke, landwirtschaftliche Betriebe und gewerbliche Unternehmungen aller Art, die in ihrem Bestehen und Wirken und in ihrer Entwicklung vom Saalewasser, sei es in Verbrauch oder Gebrauch, abhängig sind. Es sind auf dieser Flußstrecke 25 Gemeinden vorhanden mit insgesamt rund 60 000 Einwohnern, unter ihnen die bedeutendsten die Städte Saalfeld und Rudolstadt.

[4]) Mißerfolge mit der Kaplanturbine, von welchen man vor längerer Zeit aus Oesterreich hörte, dürften eben auf eine unglückliche Wahl der Gefällsverhältnisse zurückzuführen gewesen sein und können heute durch die Erfahrungen als überholt gelten. — Vgl. auch Z. d. V. d. I. 1923, Heft 18, S. 447, Versuche mit der Kaplanturbine, Mitteilungen des Kaplanturbinen-Konzerns.

Digitized by Google

Die hauptsächlich in Betracht kommenden Nutzungen und Belange sind:

1. Wasserversorgung,
2. Entwässerung (Kanalisation),
3. Landwirtschaftliche Nutzung,
4. Waserkraftverwertung,
5. Betriebe, die das Wasser gebrauchen,
6. Flößerei, Eisverhältnisse, Heimatschutz.

Die Abflußverhältnisse der Saale.

Die Saale liegt in der Flußstrecke Ziegenrück-Orlamünde, auf einer Höhe von 290 bis 166 N.N. Die Fallhöhe beträgt somit im ganzen etwa 134 m, auf 1 km also etwa 1—2,3 m. Das steilere Gefälle liegt im oberen Teile bis zur Mündung der Loquitz.

Das Niederschlagsgebiet der Saale bei Ziegenrück beträgt 1577 qkm, bei Hohenwarte 1648 qkm, bei Remschütz 2127 und an der Orlamündung 2944 qkm.

Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe in diesem Saalegebiet liegt zwischen 600 und 700 mm, in den Quellengebieten der Nebenflüsse steigt sie stellenweise bis 1130 mm an. (Quellgebiet der Schwarza.) Die mittlere jährliche Abflußhöhe ist sehr verschieden und wechselt von 140 bis 680 mm. Auf diese sehr erhebliche Verschiedenheit sind die Steilheit und die Bewaldung der Hänge und die Bodenbeschaffenheit von großem Einfluß.

Nach den vorgenommenen Wassermengenmessungen führt die Saale bei Remschütz
bei N.N.W. 3,7 cbm/sec,
bei M.W. 16,6 cbm/sec,
und bei Hohenwarte
bei M.N.W. 2,5 cbm/sec,
bei M.W. 12,0 cbm/sec.

Der mittlere Jahresabfluß der Saale im Zeitraum 1888 bis 1919 beträgt auf Grund einer Berechnung nach den täglichen Wasserständen am Pegel Remschütz für die Sperrstelle Hohenwarte 479 Mill. cbm, für die Sperrstelle in den Bleilöchern 354 Mill. cbm. Er schwankt während dieser Jahresreihe für Hohenwarte zwischen 264,2 Mill. cbm (1893) und 697,7 Mill. cbm (1891).

Die größte Hochwassermenge wird nach den angestellten Erhebungen im Jahre 1890 bei Hohenwarte etwa 870 bis 900 cbm/sec betragen haben.

Den Verlauf eines mittleren, trocknen und nassen Jahres stellt Abb. 3 dar.

Die Loquitz. Das Niederschlagsgebiet ist an der Mündung 370 qkm groß. Die Loquitz hat einen mittleren Jahresabfluß von 135,8 Millionen cbm. Die mittlere jährliche Abflußmenge beträgt 4,3 cbm/sec, die 9 Monate lang im Durchschnitt nicht unterschrittene Abflußmenge ist 1,5 cbm/sec.

Die wasserwirtschaftlichen Nutzungen im Saalebogen nach dem gegenwärtigen Stande.

Die Wasserversorgung. Die in Betracht kommenden Gemeinden beziehen ihre Trink- und Brauchwasserversorgung überwiegend aus dem Grundwasserstrome des Saaletales, nur wenige werden aus Hochquellenleitungen gespeist. Es sind die Orte Tauschwitz, Saalfeld, Remschütz

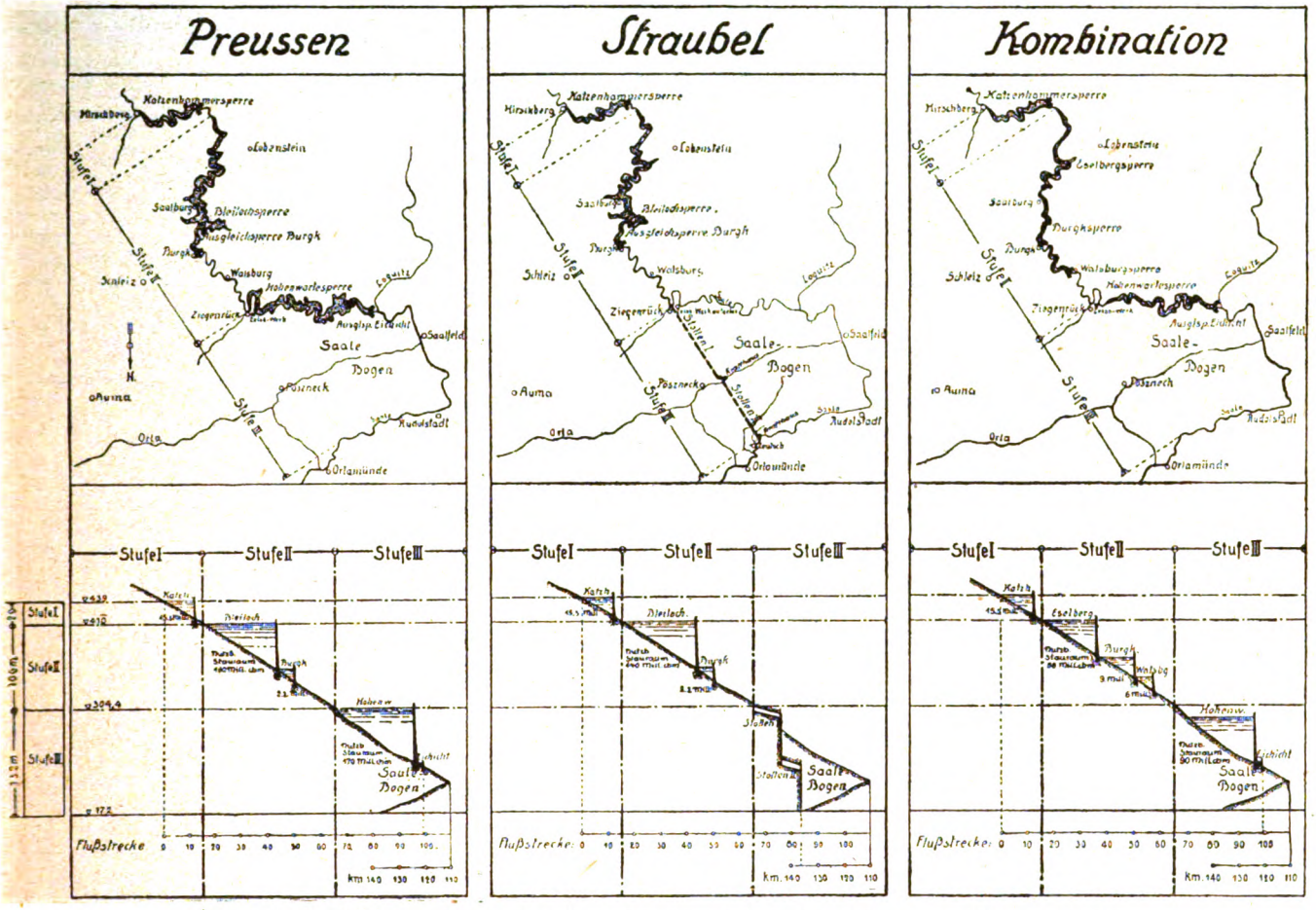


Abbildung 1. Übersichtslage- und Höhenplane der an der oberen Saale geplanten Talsperren und Wasserkraftanlagen. (Nach den Mitteilungen des Wasserwirtschaftlichen Verbandes für Thüringen 1922, Nr. 1)

Digitized by Google

und Rudolstadt, die lediglich mit Saalewasser gespeist werden. Für die Beurteilung der geologischen und hydrologischen Verhältnisse des Saaletales sei kurz bemerkt: Die Untersuchungsstrecke ist in Bezug auf geologischen Aufbau des Talbodens in zwei Teile zu gliedern. Der „obere Teil" reicht von Ziegenrück bis Saalfeld. Das Felsengerüst des Talbodens besteht hier aus Schiefergebirge, und zwar aus Culmschiefer und Grauwacken und aus Oberdevonischen Schiefer und Quarziten. Die Talsohle ist weniger tief ausgenagt als in dem Gebiet des unteren Teiles. (Abb. 4.) Hier ist das Talgerinne in Zechsteindolomit und Bundsandstein eingeschnitten, und der Talboden um 5—7 m tiefer ausgenagt. Die tiefer ausgenagte Rinne ist mit Schwemm-Material angefüllt, so daß der Stufencharakter oberflächlich nicht mehr zu sehen ist. Auf dieser Strecke ist die Ansammlung großer unterirdischer Wassermassen gewährleistet.

Die Entwässerung (Kanalisation). Eine große Anzahl von Ortschaften links und rechts der Saale mit reichlicher Bevölkerung und vielen gewerblichen Anlagen (Holz-

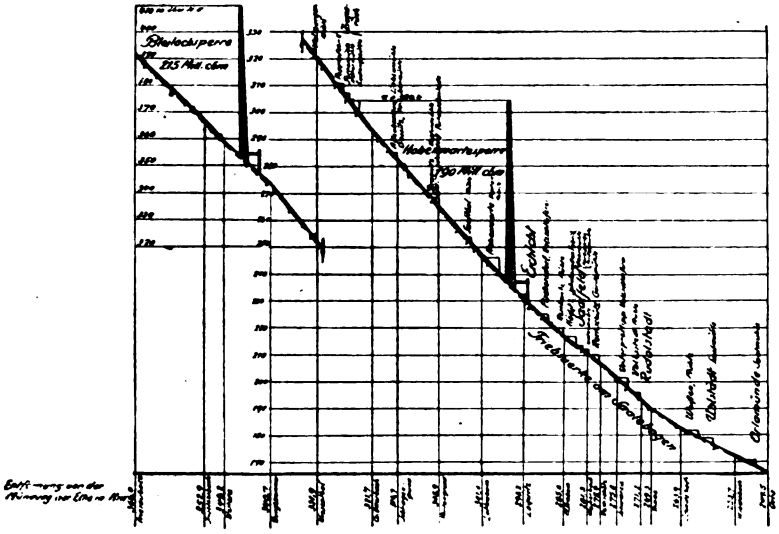


Abbildung 2. Längenschnitt der Saale. Darstellung der Triebwerke und der geplanten Talsperren.

schleifereien, Porzellanfabriken, Kunstsandsteinfabriken usw.) führen ihre Abwässer der Saale zu. Es bedeutet das insgesamt eine starke Belastung der Saale und wenn der Fluß, ohne offensichtliche Uebelstände herbeizuführen, sich als leistungsfähig nach dieser Richtung hin ergeben hat, so dankt es dieser Umstand nur der reichlichen Wasserführung und den Hochwässern, die gleichsam ein großes Reinemachen für die Flüsse darstellen und alle in Trockenzeiten etwa angesammelten Ablagerungen durch die starke Strömung hinwegführen.

Die landwirtschaftliche Nutzung. Im Saalebogen von Eichicht und Uhlstädt liegen rund 5045 Morgen Wiesenland und Feldgrundstücke, überwiegend aber Wiesen. Das auf dieser Talstrecke vorhandene Wiesenland hat etwa 40,5 Mill. Ertragwert nach dem Stande vom 1. Febr. 1922.

Ausnutzung der Wasserkräfte. Auf der Strecke von Ziegenrück bis Orlamünde liegen etwa 25 Triebwerke mit Nutzgefällen zwischen 0,70 bis 5,35 m. Die Triebwassermenge für die einzelnen Werke beträgt 2,6 bis 10,5 cbm/sec während neun Monaten des Jahres. Einzelne Werke sind jedoch bis zu einer Aufnahmefähigkeit von 12 bis 20 cbm/sec, zum Teil ganz neu ausgebaut. Das neue Zeißwerk bei Ziegenrück faßt mehr als 20 cbm/sec. Die alten Werke haben eine neunmonatliche Leistungsfähigkeit von 36 bis 320 Pferdestärken (PS). Ihre Gesamtleistung bei Mittelwasser beträgt rund 4000 PS. Eine Uebersicht gibt die Karte (Abb. 2).

Gewerbe, die das Wasser gebrauchen. Außer den gewerblichen Anlagen, die das Wasser für Kraftzwecke benutzen, sind solche Fabriken im Gange, die das Saalewasser in ihrem Fabrikationsbetriebe, teils neben dem Kraftbetriebe, teils ohne solchen, benutzen, wie Papierfabriken, Gerbereien, Farbenfabriken u. a. m. Soweit diese Werke nicht aus zentralen Wasserversorgungen im Saaletale oder aus Hochquelleitungen gespeist werden, müssen sie ihr Gebrauchswsaser aus dem Saalegrunde oder der Saale selbst entnehmen. Zu Entnehmern dieser Art gehört auch die Reichsbahnverwaltung z. B. in Eichicht.

Flößerei. An der oberen Saale besteht nur Flößerei, keine Schiffahrt, da viel Holz an Ort und Stelle oder in der Nähe des Waldes, in Sägemühlen, Schleifereen usw. verarbeitet wird. Bei Ziegenrück passierten derzeit 3—400 Flöße im Jahre die Saale. Sie bestanden aus 2 bis 3 Tafeln zu je 30 bis 40 Stämmen. Bei den augenblicklichen ständigen Frachtsteigerungen der Eisenbahn ist anzunehmen, daß die Flößerei wieder größere Bedeutung gewinnen wird.

Die schwebenden Talsperrenpläne.

Aus den vorstehenden Darlegungen erkennen wir die Bedeutung und die Abhängigkeit des wirtschaftlichen Lebens im Saalebogen von der ihm naturgemäß zugehörenden Wasserader. Diese bestehenden Verhältnisse werden durch die geplanten Talsperren grundlegend verändert werden.

Es soll auf die Vorgeschichte der Saaletalsperrenpläne, auf das Luxemburgische Projekt vom Jahre 1905 und die Vorarbeiten der Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde vom Jahre 1909 nicht eingegangen werden.

Im Vordergrunde steht heute der Plan des Deutschen Reiches (Preußischen Regierung), dem seit einiger Zeit der Vorschlag des Professors Dr. Straubel in Jena (Stollenplan) entgegengestellt ist. Neuerdings ist hinzugekommen der Kombinationsplan des Geheimrat Dr. Oskar v. Miller in München, der einen Vermittlungsvorschlag zwischen beiden bedeutet.

Die Entwürfe des Reiches. Für die Anlage großer Staubecken plant das Reich nach Angabe des Preußischen Neubauamtes in Saalfeld zwei Sperrstellen (s. Lageplan Anl. 1). Die untere liegt bei Hohenwarte, 5 km oberhalb Eichicht mit 190 Mill. cbm Stauraum, die obere in den Bleilöchern mit 215 Mill. cbm. Inhalt, 5 km unterhalb Saalburg. Der Stauspiegel der unteren Talsperre (bei Hohenwarte) wird begrenzt durch die Stadt Ziegenrück, der Stau des oberen Sammelbeckens mit der Sperrmauer in den Bleilöchern reicht bis in die Höhe des Unterwassers der großen Papierfabrik Rosenthal bei Blankenstein. Oberhalb ist ein Vorbecken mit einer Sperrmauer am Katzenhammer bei Blankenstein mit 21 Mill. cbm geplant, dessen Stau bis Hirschberg reichen wird. Zum Ausgleich der aus den Talsperrenkraftwerken je nach dem Kraftbedarf tagsüber unregelmäßig abgelassenen Wassermengen soll unterhalb Hohenwarte ein Ausgleichbecken (1,0 Mill. cbm) mit dem Staudamm kurz oberhalb Eichicht angelegt werden.

Hauptzweck für die Aufspeicherung des Wassers in den Sammelbecken ist der Gewinn der Wasserkräfte und die Bereitstellung von Zugabewasser für die Aufhöhung der Niedrigwasserstände der Elbe.

Neben diesen beiden Hauptzwecken, dem Gewinn an elektrischer Energie und der Bereitstellung von Zuschußwasser für die Elbe, führen die Ausbaupläne an der oberen Saale noch zu mancherlei anderen Vorteilen für die Kraftwerke, Landwirtschaft usw.

Der Stollenplan ist bisher noch wenig bekannt geworden Nach Mitteilungen maßgebender Stellen entsprechen die Grundzüge dieses Planes den Angaben des Geheimrat v. Miller in seinem Vortrag vom 26. Mai 1922 in Weimar. Das Stollenprojekt verfolgt in erster Linie den Gedanken

Digitized by Google

der Krafterschließung. Es umfaßt die Katzenhammersperre (15,5 Mill. cbm), die Bleilochsperre (140 Mill. cbm) und den Ausgleichweiher bei Burgk (2,2 Mill. cbm), und faßt das Gefälle des Saalebogens von Ziegenrück ab durch einen Gebirgsstollen nach Zeutsch zusammen, wobei die Sperre von Hohenwarte in Fortfall kommt. Das Gesamtgefälle des Stollens ist bei Pößneck gebrochen, und es sind zwei Kraftwerke bei Pößneck und bei Zeutsch vorgesehen. Die nutzbaren Wassermengen und Gefälle sind vom Katzenhammer bis Ziegenrück ungefähr die gleichen wie beim preußischen Projekt, in der unteren, durch 2 Stollen ausgenützten Stufe betragen die Nutzgefälle 59 m und 63,5 m, die durchschnittlichen Wassermengen 14,7 cbm/sec.

Dieser Plan hat den Vorteil, daß er zwei große konzentrierte Kraftanlagen von 5800 und 6200 Kilowatt (KW) Leistung bietet.

Der sog. Kombinationsentwurf v. Miller umfaßt die Katzenhammersperre (15,5 Mill. cbm), während die Bleilochsperre aufgelöst ist in zwei Sperren von 58 und 9.6 Millionen cbm Fassungsraum, gelegen am Eselsberg oberhalb Saalburg und bei Burgk. Es ist ferner eine Sperre bei Wahlsburg mit 6,0 Mill. cbm Stauraum vorgesehen. Die Hohenwartesperre (90 Mill. cbm) ist um 15 m niedriger wie beim Reichsprojekt angenommen. Unterhalb ist ein Ausgleichbecken von 0,8 Mill. cbm vorgesehen. Der Stollen Ziegenrück-Zeutsch ist nicht in den Plan mit aufgenommen. Der Gesamtinhalt der 5 Sperren ist 179,3 Mill. cbm groß, ist also größer als der der 3 Sperren nach Straubel, aber kleiner als der Inhalt der Reichs-Sperren. Das Kombinationsprojekt gestattet nur eine geringere Anreicherung der Elbe als die Reichs-Sperren, aber die Sperren sind nach Angabe des Planverfassers groß genug, um die Energie des Saalewassers vollständig auszunutzen. Die gesamten gewinnbaren Wasserkräfte betragen danach:

	Stauinhalt in Mill. cbm	Jahresleistung in Mill. KWSt
Reichsplan	426	119
Plan Straubel	158	162
Plan Kombination	180	130

Durch die schwebenden Pläne über die Anlage von Talsperren an der oberen Saale ist zum Teil eine starke Beunruhigung in der Bevölkerung im Saaletale eingetreten, weil einzelnes, was darüber in die Oeffentlichkeit gedrungen ist, eine Gefährdung ihrer Interessen bei den Saaleanliegern von Eichicht bis Zeutsch unvermeidlich erscheinen läßt. Zu ihrem Schutze hat sich die Saale-Schutz-Interessengemeinschaft mit dem Sitze in Saalfeld zusammengeschlossen und auf ihre Veranlassung ist eine Denkschrift vom Unterzeichneten ausgearbeitet worden, die zum Zwecke hat, diese Verhältnisse im einzelnen darzulegen, sowohl die gegenwärtigen Verhältnisse als auch die Zustände, die durch die Talsperren geschaffen werden würden, um die eintretenden Schäden und die Berechtigung der Befürchtungen zu erkennen, die Größe der Nachteile zu beurteilen und die Schadensforderungen zunächst allgemein und vorläufig unverbindlich zahlenmäßig zu bestimmen, andererseits aber auch um in allgemeinen Grundzügen zu zeigen, welche Anlagen geeignet erscheinen, diese Nachteile zu vermeiden, ja im Gegenteil Vorteile für alle Belangen der Landeskultur in ihrem weitesten Rahmen im Saalebogen zu bringen. Dies kann, wie weiter unten noch eingehender erörtert werden wird, hier nur auf allgemeiner Grundlage zur Abwehr der befürchteten Schäden geschehen. Vorangegangen sind umfangreiche örtliche Untersuchungen geologischer, wasserwirtschaftlicher, landwirtschaftlicher, hygienischer und anderer einsäläger Art, deren Ergebnisse in einer Reihe von Einzelgutachten niedergelegt sind, auf die sich die Denkschrift stützt. Der vorliegende Aufsatz ist eine kurze Zusammenfassung.

Einfluß der Talsperre auf die Wasserführung der Saale im Allgemeinen.

Der Plan des Reiches und das v. Millersche Kombinationsprojekt sind darin grundsätzlich von gleichem Einfluß: Sie belassen das Wasser dem Saaletale. Diese Pläne versprechen also eine Verbesserung der Saalewasserverhältnisse. Das Straubelsche Projekt will in der Hauptsache das Wasser durch einen Stollen vom Saalebogen ableiten. Es sucht die Höhe seines Erfolges in einer restlosen Kraftausbeute. Die Wasserabgabe aus den Stauwerken an den Bleilöchern nach dem Saalebogen soll nur insoweit erfolgen, daß von der Loquitzmündung ab mindestens 4 cbm/sec ständig im Saalebogen verbleiben. Durch die Stollenableitung wird die Ausführung der Hohenwarthesperrung unmöglich gemacht, weil ihr das Wasser entzogen wird. Nach Inbetriebnahme würden während etwa 240 Tagen im Jahr, also fast zwei Drittel des Jahres, nur 4 cbm/sec und wenig mehr im Saalebogen abfließen würden, während die natürliche Wasserführung im gleichen Zeitraum rund 20 cbm/sec beträgt.

Wenn auch die Saale bisher bisweilen weniger als 4 cbm/sec Wasser hat, — durchschnittlich etwa 30 Tage im Jahr — so hat sie doch dafür auch lange Zeit im Jahr bedeutend größere Wassermengen geführt und dadurch wird für die Anreicherung des Grundwassers gesorgt und gleichzeitig das Flußbett gereinigt.

Unter dem Zwange der Entwicklung kann sich die Sachlage leicht noch ungünstiger gestalten. Tatsachen pflegen im Leben stärker zu sein als Vorschriften und Paragraphen. Bei günstigem Aufsteigen der Industrie und des wirtschaftlichen Lebens werden bei stärkerer Inanspruchnahme der Stollenkraftwerke in der allermeisten Zeit des Jahres sicherlich nur 4 cbm/sec von der Loquitzmündung ab vorhanden sein, während alles andere Wasser durch den Stollen geschickt werden wird. Im größten Teile des Jahres würde die Saale voraussichtlich garnichts aus den Staubecken erhalten, denn das Loquitzwasser zusammen mit dem Abfluß aus dem Niederschlagsgebiet von Ziegenrück bis zur Loquitz wird die zugesagte Wassermenge von 4 cbm/sec fast immer decken, nur an ganz trockenen Tagen wird die Abgabe von Zuschußwasser aus den Becken nötig sein.

Gefährdung der Belangen im Saalebogen bei Ausführung der Stollenumleitung.

Dieser Plan hat bei den Städten und Gemeinden von Eichicht bis Orlamünde die größte Bestürzung deswegen hervorgerufen, weil man seinen Wasserzubringern und seine natürliche Vorflut, wie dargelegt, bedroht fühlte, womit alle eingangs erwähnten wirtschaftlichen Verhältnisse dieses Saaletales gefährdet sind.

A. Die Wasserversorgung der Gemeinden nach Ableitung der Saale. Um die Gefahr zu beurteilen, in die die Gemeinden durch die Entziehung des Saalewassers für ihr Bestehen und die zukünftige Entwicklung geraten, ist es nötig, sich den Zusammenhang zwischen Grundwasserstrom und fließender Welle im offenen Fluß zu vergegenwärtigen, es ist aber auch geboten, den Einfluß der Verminderung der Saalewasserführung auf die chemische und bakteriologische Beschaffenheit des Trinkwassers zu prüfen. Bei alledem wird man nicht nur mit den gegenwärtigen Verhältnissen rechnen dürfen, sondern man muß auch eine Vergrößerung der Bevölkerung im Saaletale mit der fortschreitenden Entwicklung im Auge haben.

Die Frage der Beeinflussung und Speisung des Grundwassers eines Tales durch das Wasser des offenen Flusses ist in den letzten Jahren wiederholt und in den verschiedensten Gegenden erörtert worden. Sie hat zu mannigfachen theoretischen Untersuchungen, Beobachtun-

Digitized by Google

gen und Schlußfolgerungen geführt, auf die genauer einzugehen an dieser Stelle zu weit führen würde. Wenn zwar der Umfang dieser Einwirkung noch strittig sein mag, grundsätzlich kann wohl heute kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß derartige Beziehungen zwischen dem Grundwasserstrome und der fließenden Welle vorhanden sind. Beobachtungen dieser Art sind u. a. gemacht worden im Betriebe des Wasserwerkes der Stadt Charlottenburg bei Belitzhof am Warnsee. Auch Versuche mit Pumpbrunnen bei den Wasserversorgungen und Untersuchungen des Ruhrtalsperrenvereins haben diese Beziehungen dargetan.

Aber es handelt sich hierbei nicht nur um wissenschaftliche **Feststellungen, sondern** auch um praktische Maßnahmen und wertvolle Anlagen des Ruhrtalsperrenvereins, indem

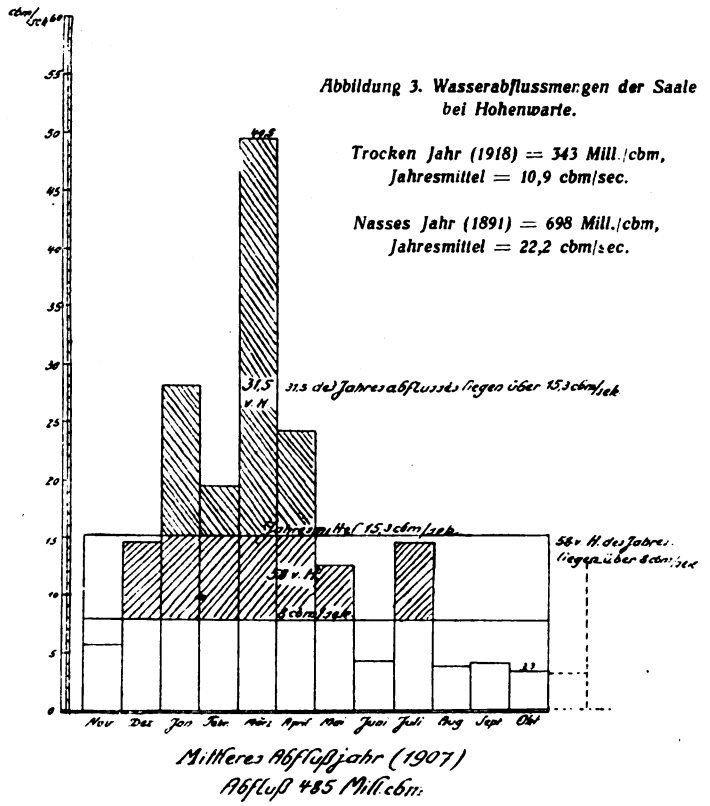


Abbildung 3. Wasserabflussmengen der Saale bei Hohenwarte.

Trocken Jahr (1918) = 343 Mill./cbm, Jahresmittel = 10,9 cbm/sec.

Nasses Jahr (1891) = 698 Mill./cbm, Jahresmittel = 22,2 cbm/sec.

Mittleres Abflußjahr (1907) Abfluß 485 Mill. cbm.

man durch Zuschußwasser aus Talsperren das Wasser der Ruhr (Rheingebiet) vermehrt, um den Grundwasserstrom anzureichern für die Wasserentnahme vieler Städte und Gemeinden im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Man hätte gewiß nicht diese zahlreichen Talsperren mit großem Geldaufwande errichtet, wenn man sich nicht Erfolg versprochen hätte, und die Betriebsergebnisse haben dies bestätigt. In entsprechender Weise hat die Preußische Staatsverwaltung große Seeregelungen im Gebiet der oberen Spree zur Anreicherung des Grundwassers bei Berlin in Erwägung gezogen und Pläne dafür aufgestellt.

Nach den Feststellungen der Betriebsleitung des Saalfelder Wasserwerks bestätigen geologische Untersuchungen, daß die Bohrlöcher des Werkes ihren beträchtlichen Wasservorrat nicht aus dem Gebiet der Talflanken, sondern unmittelbar aus dem Grundwasserbecken der Saaleaue beziehen. Es ergeben Pegelbeobachtungen den Zusammenhang der Grundwasserbewegung mit dem Wasserspiegel der Saale. Der Wasserspiegel in den Bohrlöchern fällt und steigt mit dem Saalespiegel. Uebereinstimmend bekunden auch alle übrigen Untersuchungen die Abhängigkeit der Grundwasserstände und Grundwasservorräte des Saaletales und die Gefahr, die diesen Vorräten und damit der Speisung der Wasserversorgung aus einer Verminderung der Wasserführung der Saale sicher droht.

Aber nicht nur die Wasserversorgung der Menge nach, sondern auch die Güte des Trinkwassers steht zur Erörterung. Dieses erscheint noch ernsthafter, da schädliche Beimengungen für die Gesundheit der Bevölkerung, wie vielfach nachgewiesen, Gefahren mit sich bringen kann, die nicht plötzlich, sondern oft erst in langen Zeiträumen schleichend und allmählich auf den Körper einwirken, wie u. a. Bleivergiftungen erwiesen haben.

Dazu muß man sich vergegenwärtigen, daß auf das Grundwasser Saalfelds neben dem Saalewasser auch das Wasser der Loquitz einen starken Einfluß ausübt. Wohl können mechanische Verunreinigungen, wie Trübungen, Eisengehalt usw. aus dem Wasser entfernt werden, aber es **ist durch bisher bekannte Reinigungsverfahren nicht möglich, das Loquitzwasser** von den ihm innewohnenden Schwefelverbindungen zu befreien. Bei allen mittleren Wasserständen würde im wesentlichen die Speisung des Grundwassers bei Saalfeld aus dem durch diese Schwefelbeimengungen stark **verunreinigten Loquitz**wasser erfolgen.

b) Die Entwässerung der Städte und Gemeinden nach Ableitung des Saalewassers. Für die Entwässerungsmöglichkeiten der **Städte würde** dieser neugeschaffene Zustand recht nachteilig aus folgenden Gründen: 1. Es besteht ein Mißverhältnis zwischen dem vorhandenen Abflußquerschnitt und der abzuführenden Wassermenge. 2. Das Selbstreinigungsvermögen der Saale wird stark vermindert. 3. Das Saalebett wird infolge der vorhandenen, für erheblich höhere Wasserführung der Saale ausgebauten Wasserkräfte stellenweise völlig trocken gelegt.

Durch den Fortfall der Hochwässer wird selbstverständlich das Selbstreinigungsvermögen des Flusses erheblich herabgesetzt. In Zukunft, wenn die Saale nur Niedrigwasser führen würde, würde praktisch alles Wasser durch die Turbinen geleitet werden müssen. Unterhalb der Wehre findet deshalb eine fast vollständige Trokkenlegung der Saale statt. Ganz trocken wird die Saale aber dort nicht sein; es wird zu Tümpelbildungen kommen, die bei nur geringer Verschmutzung des Saalewassers zu erheblichen hygienischen Bedenken Veranlassung geben werden. Das sind böse Folgeerscheinungen der Verminderung des Wassers in der Saale.

c) Die Wasserableitung und die Landwirtschaft im Saalebogen. Wenn eine Ueberführung des Wassers aus dem bisherigen Laufe erfolgt, so hat eine solche Wasserentziehung auf Landwirtschaft, Flößerei, Schiffahrt u. a. meistens sehr nachteilige Wirkungen. Das Wasser dient zu düngenden Fluten im Winter und im Sommer zur Bewässerung von Ländereien. Zwischen dem **Kulturstand von Acker und Wiese besteht ein ursächlicher** Zusammenhang und ein bestimmtes Verhältnis, das nicht geändert werden darf, ohne die Wirtschaft nachhaltig zu beeinflußen. Ein Senken des Grundwasserstandes, wenn es ein gewisses Maß überschreitet, hat zur Folge, daß eine Landfläche mehr oder minder trocken gelegt wird und es kann z. B. statt der Wiesenwirtschaft die Umwandlung und Ackerbau nötig werden. Ebenso können Forstkulturen und Baumwuchs, Pflanzen- und Obstbestände in Gärten geschädigt werden. Auch mancherlei andere Belangen der Uferanlieger können gestört werden, wie Uferbauten, Treppen, Zugänge u a. Hausbrunnen können versiechen. Die Wasserentziehung durch den Stollen soll 14,7 cbm/sec betragen und die meiste Zeit im Jahre werden, wie schon an anderer Stelle ausgeführt, nur 4 cbm/sec unterhalb der Loquitzmündung abfließen. Wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Mittelwasserführung der Saale gegenwärtig bei Remschütz 21,6 cbm/sec beträgt, so erkennt man die Größe der für die Landwirtschaft bestehenden Gefahr. Die in Frage kommenden Ortschaften würden um so schwerer durch eine Ableitung der Saale betroffen, als die Felder zum Teil weit von den Gehöften entfernt liegen und die Betriebsausgaben für den Ackerbau hoch sind. Bestehende Gerechtsame müssen aber gewahrt werden. Demgegenüber steht der Vorteil der Hebung der Wasserstände durch den Abfluß aus den Reichssperren oder den

Digitized by Google

Sperren des Kombinationsprojektes. Die reichlichere Wasserführung im Sommer wird jederzeit ermöglichen, mit Hilfe von etwaigen neuen Stauwerken oder unter Benutzung der vorhandenen Mühlenwehre eine Ueberrieselung oder Anfeuchtung des Tales herbeizuführen. Das ist auch von seiten der landwirtschaftlichen Verwaltung erkannt und als ein Ausgleich angesehen worden, wenn nach Errichtung der Staubecken die natürlichen Ueberflutungen der Wiesen wegfallen oder nicht durch künstliche Flutwellen ersetzt werden könnten.

d) Der Einfluß der Wasserentziehung auf die Triebwerke. Wenn das Stollenprojekt ausgeführt werden würde, so würden dadurch die Krafterzeugungsmöglichkeiten an der oberen und mittleren Saale für alle Zeiten unabänderlich bestimmt werden. Hier findet heute noch eine unzureichende Kraftausbeute statt, wie fast an allen Gebirgsflüssen, deren Abfluß noch nicht geregelt und ausgeglichen ist, und wo die Triebwerke auf sehr verschiedene Aufschlagwassermengen eingerichtet zu sein pflegen. Der Abfluß wird im Saalebogen auf etwa 6 bis 10 cbm/sec ausgenutzt, während das Mittelwasser etwa 16 bis 28 cbm/sec zunehmend auf der Strecke von Ziegenrück bis Orlamünde beträgt. Also werden im Mittel nur etwa 40 v. H. des Mittelwassers verwertet. Aehnlich verhält es sich mit dem Gefälle. Hier werden von Eichicht bis Orlamünde heute nur etwa 28 m genutzt, während rund 65 m an natürlichem Talgefälle vorhanden sind. Es bieten sich hier noch wesentliche Zukunftsmöglichkeiten, die hinsichtlich der Gefälle durch bessere Einrichtung der Staue, hinsichtlich der Betriebswassermengen durch einen möglichst günstigen Ausgleich mittels ausreichend großer Talsperren gefördert werden können. Es lassen sich also im Saalebogen noch weitere Wasserkräfte als sie heute im Betriebe sind, sehr wohl gewinnen. Durch die Talsperre bei Hohenwarthe und den zukünftigen Saaleausbau können rund 60 + 43 = 103 m Nutzgefälle gewonnen werden, während der Stollenplan in 2 Kraftstufen 122,5 m nutzt. Die durch das Gefälle von 19 bis 22 m geschaffene Mehrkraft müßte alle wirtschaftlichen Lasten und die etwaigen Mehrkosten dieses Projektes decken.

Es sollen zwei Fragen, die hier vor allem interessieren, einer kurzen Aufrechnung unterzogen werden:

1. Was nimmt der Stollenplan den Triebwerken im Saalebogen an Kraft?

2. Welche Verbesserung des Kraftwasserabflusses tritt durch das Reichsprojekt oder das Kombinationsprojekt ein?

Zu 1. Die erwähnten 14,7 cbm/sec werden dem Saalebogen entzogen, wo ihre Kraftverwertung möglich ist, besonders nach entsprechendem Ausgleich in ausreichend groß bemessenen Sammelbecken. Es soll hier die Frage nicht erörtert werden, ob und inwieweit die Triebwerke einen Rechtsanspruch auf dieses Wasser haben. Es soll vielmehr die Kraftentziehung unter rein wirtschaftlichen Beziehungen und volkswirtschaftlichen Erwägungen geprüft werden. Wenn man eine Betriebszeit von 4000 Std. im Jahr annimmt, sofern nicht ein ununterbrochener Betrieb der Werke angestrebt werden sollte, so stellt sich das Betriebswasser auf $14{,}7 \cdot \frac{8760}{4000} = 32{,}2$ cbm/sec, was zu erreichen Aufgabe der Staubecken und Ausgleichweiher sein wird. Mit dem Gefälle von 28 bezw. 43 m könnte also eine Kraft gewonnen werden von bei gegenwärtiger Gefällnutzung $10 \cdot 32{,}2 \cdot 28 =$ rund 9000 PS, bei voller Ausnutzung des Talgefälles $10 \cdot 32{,}2 \cdot 43 =$ rund 13850 PS oder bei 4000 Betriebsstunden 36,0 bezw. 55,4 Mill. PS-Stunden im Jahr. Diese Zahlen kennzeichnen den Verlust der Triebwerke.

Zu 2. Vorteil der Triebwerke aus den Wasseraufspeicherungen nach dem Reichsprojekt.

Im Zeitraum 1888 bis 1920 beträgt der Wasserabfluß für die Sperrstelle Hohenwarthe rund 485 bis 520 (kleinster Abfluß 264 Millionen, höchster Abfluß im Jahr 698 Millionen cbm), also im Mittel etwa 500 Millionen cbm jährlich. Nach dem tatsächlichen Verlauf kann man annehmen, daß hiervon rund 70 v. H. auf den Winter, rund 30 v. H. auf den Sommer entfallen. Also

Winterabfluß	350 Mill. cbm
Sommerabfluß	150 Mill. cbm.

In deutschen Mittelgebirgen gehen nach genauen Messungen etwa 40 v. H. des Gesamtjahresabflusses über die Linie der mittleren Abflußmenge hinaus. Dieses Wasser kommt in Hochwasserzeiten zum Abfluß, ohne daß die Triebwerke Nutzen davon haben, weil der Ueberfluß über die Wehre ungenutzt abströmt. Die Anstauung dieses Ueberschusses in Speicherbecken steht also keinem anderen Interesse entgegen, und in diesem Ueberschuß stellt sich die eigentliche Nutzwassermenge der Talsperren dar, worüber u. a. von den Wuppertalsperren langjährige Betriebsergebnisse vorliegen. Jene 40 v. H. könnten also selbst dann abgefangen werden, wenn die Triebwerke auf Mittelwasser ausgebaut wären. Tatsächlich sind sie aber meist nur auf im Mittel 40 v. H. des Mittelwassers ausgebaut. Man könnte also mehr als dieses Maß zurückhalten, ohne die Triebwerke zu schädigen. An der Saale liegen nach den Auftragungen der Wassermengen nur etwa 31,5 v. H. über M. W. (Abb. 3) Wenn man zunächst für die Zukunft annimmt, daß die Triebwerke auf M. W. ausgebaut werden, so können von dem mittleren Jahreswasser $500 \cdot 0{,}315 =$ 157,5 Mill. cbm aufgespeichert werden, ohne den Werken für ihren regelmäßigen Betrieb etwas zu nehmen. Dieses Wasser soll in den Staubecken als eigentliches Nutzwasser gestaut werden. Aus dem Ueberschuß von 31,5 v. H. des Jahreswassers soll der Fehlbetrag in trockener Zeit gedeckt werden und der Stauraum von 426 Mill. cbm nach dem Reichsprojekt dient dazu, den Ausgleich für den unregelmäßigen Abfluß zu schaffen, nicht nur im Jahreslauf, sondern für mehrere Jahre.

Der Vorteil der Kraftwerke von Eickicht bis Orlamünde bei Anlage der Reichssperren errechnet sich hiernach wie folgt:

Anreicherungswassermenge 157,5 Mill. cbm.

Gefällnutzung jetzt 28 m, in Zukunft bei vollem Ausbau 43 m.

Nutzgewinn an Kraft:

$$\text{jetzt } \frac{157{,}500000 \cdot 1000 \cdot 28 \cdot 0{,}75}{75 \cdot 3600} = 12{,}25 \text{ Mill. PS-Std.}$$

In Zukunft Nutzgewinn:

$$\frac{157{,}500000 \cdot 1000 \cdot 43 \cdot 0{,}75}{75 \cdot 3600} = 18{,}90 \text{ Mill. PS-Std.}$$

Hierbei ist ein Ausbau der Triebwerke im Saalebogen auf Mittelwasser und auch die Ausnutzung einer Aufschlagmenge in dieser Höhe vorausgesetzt. Da wir gesehen haben, daß die Triebwerke z. Z. im Mittel nur auf 40 v. H. des M. W. (6 bis 10 cbm/sec) ausgebaut sind, so ergibt sich der Nutzen, den die Werke nach ihrem gegenwärtigen Stande des Ausbaues haben, wesentlich größer, wie folgende Berechnung zeigt:

Die Anschlagwassermenge der Triebwerke im Saalebogen beträgt im Mittel rund 8 cbm/sec. Ueber diesem Bedarf liegen rund 58 v. H. des Jahresabflusses der Saale. Die erreichbare Aufspeicherungsmenge ergibt sich hiernach zu 500 : 0,58 = 290 Millionen.

Der Vorteil der Kraftwerke gegenüber der gegenwärtig ausgenutzten Ausbauwassermenge ist bei voller Ausgleichung in den Reichssperren:

bei 28 m Gefällnutzung:

$$\frac{290000000 \cdot 1000 \cdot 28 \cdot 0{,}75}{75 \cdot 3600} = 22{,}6 \text{ Mill. PS-Std.}$$

bei 43 m Gefällnutzung:

$$\frac{290000000 \cdot 1000 \cdot 43 \cdot 0{,}75}{75 \cdot 3000} = 34{,}6 \text{ Mill. PS-Std.}$$

Hochwasserschutz. Die Notwendigkeit des Hochwasserschutzes zur Sicherung der Bevölkerung und der Uferanlieger und zur Abwehr von Zerstörungen an Bauwerken und Vernichtung von Ernten, infolge unzeitiger Ueberschwemmungen ist auch im Saalebogen anerkannt.

Die Größe des Schutzraumes gegen Hochwasser ist abhängig von der Wassermenge, die der bordvolle Fluß unschädlich aufnehmen kann. Die bei einem Wasserstande von 2,80 m am Pegel zu Remschütz abfließende Wassermenge von 250 cbm/sec ist im Winter als größte noch zulässige Wassermenge anzunehmen, wenn Hochflutschaden verhütet werden soll. Diese Grenze der Schadenwassermenge liegt nach einem Gutachten der

Digitized by Google

Preußischen Landesanstalt im Sommer bei 150 cbm/sec. Diese Mengen gelten für das Saaletal unterhalb Saalfeld.

Nach den Erfahrungen an den schlesischen Hochwasserschutzbecken ist die Größe des Schutzraumes auf etwa 10 v. H. der Jahresabflußmenge zu bemessen. Das wären $\frac{500}{10} = 50$ Mill. cbm.

Was nun die Lage der Schutzbecken anbetrifft, so muß diese so sein, daß man den Hochwasserabfluß beherrscht. Wenn man 250 cbm/sec unschädlich ablassen kann, so

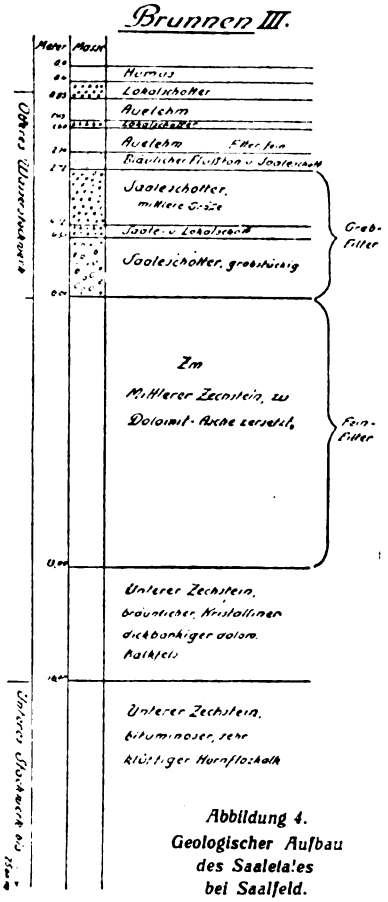


Abbildung 4.
Geologischer Aufbau des Saaletales bei Saalfeld.

bleibt noch ein zu regelnder Abfluß von 870 — 250 = 620 cbm/sec übrig. Die Landesanstalt berechnet danach, daß die Schutzbecken noch $\frac{100-250}{870} = 71$ v. H. des Gebietes bei Remschütz beherrschen müssen, also daß das Zuflußgebiet nicht kleiner als 1580 qkm sein darf. „Dieser Fall tritt ein, bei Verlegung der Sammelbecken oberhalb Ziegenrück." Daraus folgt, daß ein Staubecken an den Bleilöchern allein — auch unabhängig von seiner Größe —, nicht mehr in der Lage sein würde, dem Saalebogen einen ausreichenden Hochwasserschutz zu bringen, weil unterhalb noch starke Wassermengen zuströmen. Aber auch die Größe dieser Becken genügt diesem Zwecke nicht. Die große Bleilochsperre ist auf 140 Mill. cbm geplant. Die kleineren, dem beschränkten Ausgleich dienend, bei Katzenhammer und Burgk, auf 15,5 und 2,2. Dieser Raum ist, wie noch dargetan werden wird, schon an sich zu klein für einen vollen Wasserausgleich; er bietet, falls ein bis zum letzten getriebener Kraftgewinn aus den Becken erzielt werden soll, keinesfalls auch noch Raum genug, um solchen für die Aufnahme einer Hochflut jederzeit freizuhalten, umsomehr nicht, da ein nicht unwesentlicher Teil des Beckens ständig als sog. „eiserner Bestand" gefüllt bleiben muß, u. a., um die nötigen Druckhöhen für die Turbinen im Kraftwerk zu behalten.

Ein guter Hochwasserschutz kann aus den Reichssperren erwartet werden. Diese beherrschen das ganze Flußgebiet bis unmittelbar an der Loquitzmündung, wenig oberhalb von Saalfeld. Ihr Gesamtstauinhalt von 420 Mill. cbm läßt erwarten, daß jederzeit der erforderliche Schutzraum von 50 Mill. cbm oder auch mehr freigehalten werden kann, besonders wenn ein geordneter Hochwassermeldedienst eingerichtet wird.

Die Entleerung des Saaletales und das Landschaftsbild.

Die Frage der Erhaltung des Landschaftsbildes hat bei neueren Wasserkraftunternehmungen eine große Rolle gespielt. Die Wasserentziehungen haben meist zu langwierigen Verhandlungen, Entschädigungsansprüchen und Entschädigungen geführt.

Es würde zu weit führen, im Einzelnen hierauf einzugehen. Es sei aber doch hingewiesen auf derartige Vorgänge bei der Errichtung des Walchenseewerkes in Oberbayern, die mit einer Ableitung der Isar verbunden ist. Hier waren es vornehmlich Beeinträchtigungen der Flößerei, des Landschaftsbildes und der Vorflut des Bades Tölz, die in Rede standen, und es ist daraus für das Walchenseewerk eine erhebliche Belastung, Wasserabgabe u. a. m. entstanden. Weitere Trockenlegungen dieser Art sind an der Murg in Baden, am Lech unterhalb Augsburg, an der Mittleren Isar unterhalb München und anderwärts zu verzeichnen. Bekannt geworden ist in den letzten Jahren auch der Plan Frankreichs, den Rhein unterhalb Basel abzuleiten auf Grund der Rechte aus dem Versailler Vertrage, wodurch dem Flusse sämtliches Wasser bis zur Mittelwasserführung entzogen werden würde. An der Murg aber handelt es sich um ein verhältnismäßig stilles Tal. Im Saalebogen ist eine reiche Kultur mit großer Bevölkerung vorhanden und ein großer Fremdenstrom sich dort Jahr für Jahr bewegt. Geldliche Schädigungen sind unausbleiblich und Entschädigungsansprüche sicher zu erwarten.

Die Vereisung der Saale infolge Ableitung des Wassers durch den Stollen. Während der Wintermonate sind die Abflußmengen in den deutschen Mittelgebirgen größer, als im Sommerhalbjahr, aber auch im Winter treten bei anhaltender Trockenheit und Frost Tiefstände ein und gerade diese sind es in erster Linie, welche die Bildung des Eises begünstigen und dessen Abgang schädlich beeinflussen.

In einem infolge der Ableitung wasserarmen, vereisten Flußbett werden die gewerblichen und städtischen Abwässer nur träge abfließen, am Eise haften und für die Umgebung nicht bloß lästig werden, sondern auch in gesundheitlicher Beziehung schädlich wirken. Ferner wird infolge der stark verminderten Wasserführung der hiermit zusammenhängenden gesteigerten Verunreinigung der Saale und der streckenweisen völligen Vereisung derselben die Fischzucht im unteren Teil des Flusses mindestens stark beeinträchtigt, nach oben hin aber nahezu vernichtet werden.

(Schluß folgt.)

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Projekt eines Lech-Großkraftwerkes in Bayern. Bei Füssen soll eine große Wasserkraftanlage das Hochwasser des von Tirol aus dem Felsenengpasse nahe Füssen kommenden Lechflusses in einem Stausee aufstauen und einen Wasserausgleich schaffen. Der Lech führt mindestens 15 m³/s Wasser im Winter und bis zu 900 m³/s bei Hochwasser. Der zu erbauende Hochwasserschutzdamm soll für 1200 m³/s berechnet werden mit einer 38 m hohen Sperrmauer bei Roßhaupten nächst Füssen; die Sohle des zu schaffenden Stausees kommt auf Kote 746 zu liegen. Der Stausee

Digitized by Google

erhält einen Nutzspeicherinhalt von 85 Mill. m³. Die Hochwasserspiegelfläche dieses Stausees soll 16 km² umfassen und bis an das Wehr nahe bei Füssen reichen. Die verfügbare konstante Wassermenge aus dem Stausee soll für den Winter mit mindestens 28 m³/s zu berechnen sein und im Sommer bis auf 80 m³/s steigen; beim Hochwasserspiegel (Kote 784) werden 140 m³/s von den Turbinen des Kraftwerkes zu verarbeiten sein, die noch vorhandene Hochwassermenge bis 360 m³/s wird mit einem Leerlaufstollen (6 bis 7 m l. W.), eventuell noch mit Leerlauf über die Sperrmauerkrone abgeführt und überdies soll auch ein Leerschuß im Betriebsstollen vorgesehen werden. Von der Wasserfassung mit dem Einlaufbauwerk, das etwa 100 m ober der Staumauer geplant ist, wird durch einen 500 m langen Zuleitungsstollen (7 m l. W.) dem Kraftwerk das Betriebswasser über ein Wasserschloß von 25 m l. Weite und Druckrohre von 3 m Durchmesser zugeführt. Das Kraftwerk soll mit 5 Maschinenaggregaten, stehenden Francis-Spiral-Turbinen mit 28 m³/s Schluckfähigkeit bei 27 bis 21 m Gefälle entspr. je 8000 bis 6200 PS von 150 U/min, 8polige Drehstrom-Generatoren, von 750 U/min. Uebersetzung 1 : 5, ausgerüstet werden. Die Jahresleistung wird zu 130 Millionen kWh berechnet, der Abfallstrom soll durch chemische Industrie aufgenommen werden.

(E. T. M. 1923, H. 39.)

Wasserkraftausnutzung in Sachsen.[1]) Im Freistaate Sachsen werden zur Zeit mehr als vier Fünftel des Gesamtenergiebedarfes durch kohlenverbrauchende Dampfmaschinen erzeugt. Infolgedessen macht sich die herrschende Kohlenot in dem industriell hoch entwickelten Lande ganz besonders fühlbar. Aus technischen Gründen ist im unter Tage betriebenen Kohlenbergbau keine wesentliche Leistungssteigerung in den nächsten Jahren in dem Umfange zu erwarten, wie sie die aussenpolitisch begründete Verminderung der für die deutsche Wirtschaft verfügbaren Kohlenmenge erforderlich macht. Es ist daher die Erschliessung bisher ungenutzter Kraftquellen ein Gebot der Stunde. Der sächsische Staat ist in den letzten Jahren mit Aufwendung bedeutender Mittel dazu übergegangen, diese Kohlenenergien unmittelbar am Gewinnungsort in Dampfkraftwerken in elektrischen Strom umzuwandeln, welcher durch Vermittelung eines ausgedehnten Leitungsnetzes den über ganz Sachsen verstreuten Verbrauchsstellen zugeführt wird. Die zurzeit im staatlichen Braunkohlenkraftwerk Hirschfelde eingebaute Höchstleistung der staatlichen Elektrizitätswerke von 85 000 kW. soll möglicherweise bis Mitte 1925 durch Ausbau des Westkraftwerkes Böhlen auf 160 000 kW. gesteigert werden.

Dieser grosszügige sächsische Energieversorgungsplan würde als Mittel zur Linderung der drückenden Kohlennot eine wesentliche Ergänzung durch Einbeziehung billiger, mitten im Verbrauchsgebiete liegender Wasserkräfte finden.

Eine Untersuchung der Wasserbaudirektion über den Umfang der im Freistaate Sachsen ausgebauten und noch ausbauwürdigen Wasserkräfte ergab, dass ausser der zurzeit in ca. 4000, meist privaten Triebwerken insgesamt erzeugten mittleren Jahresarbeit von ca. 460 000 000 kWh (mittlere Gesamtleistung ca. 160 000 PS) einerseits durch neuzeitlichen Ausbau unter teilweiser Zusammenlegung bestehender Triebwerke andererseits durch Ausnutzung noch freier Gefälle eine Erhöhung der obengenannten vorhandenen mittleren Gesamtleistung um weitere 160 000 mittl. PS mit wirtschaftlichem Erfolge durchführbar wäre. Unter Berücksichtigung der später begründeten besonders günstigen sächsischen Absatzverhältnisse für Wasserkraftarbeit dürften dieser Leistung ca. 800 000 000 kWh mittl. Jahresarbeit entsprechen. Bei Durchführung 24stündigen Betriebes in Verbindung mit Sammelschienenanschluß wären in den bestehenden Triebwerken jährlich ungefähr weitere 300 000 000 kWh zu gewinnen, so daß im Freistaate Sachsen durch einen intensiven Ausbau der Flußläufe nach einem einheitlichen Energiewirtschaftsplan in engster Zusammenarbeit mit der staatlichen Elektrizitätsversorgung und Kohlengewinnung insgesamt jährlich rund 1100 Millionen kWh mittl. Wasserkraftarbeit über den jetzigen Stand der Erzeugung hinaus der Allgemeinheit nutzbar gemacht werden könnten.

Da ein Umbau vieler bestehender privater, größtenteils mangelhaft ausgebauter Triebwerke, der unter Benutzung elektrischer Sammelschienen längs der Flußläufe große Energiemengen als Ueberschußkraft der Allgemeinheit, z. B. den staatlichen Elektrizitätswerken, nutzbar machen könnte, infolge des privaten Charakters der Triebwerke nur nach und nach durchführbar sein wird, gilt es zunächst, den Ausbau der ungenutzten Gefällsstrecken mit allen Mitteln in die Hand zu nehmen. Die sächsische Wasserbaudirektion hat in Verfolgung dieses Gedankens zunächst eingehend die Flußgebiete der Zwickauer vereinigten und Freiberger Mulde auf ihre Brauchbarkeit für Kraftnutzungszwecke untersucht. Die übrigen Flußgebiete Sachsens konnten vorläufig nur generell bearbeitet werden. Es wurden zunächst nur solche Gefällsstufen für die Entwurfbearbeitung ausgewählt, die möglichst geringe Eingriffe in bestehende Wasserbenutzungen nötig machen, damit ihrer baldigsten Ausführung keine unübersehbaren Schwierigkeiten verwaltungstechnischer Art entgegenstehen. Diejenigen Fluß-Strecken, die nach ihrer Rentabilität, nach rechtlichen Verhältnissen und nach ihrer Lage zum Gebrauchsgebiete am günstigsten liegen, wurden eingehend durchgearbeitet. Auf Grund dieser Untersuchungen ergab sich die Aufstellung von Planungen für 25 über das ganze Land ziemlich gleichmäßig verteilte Wasserkraftanlagen, deren mittlere Gesamtjahreserzeugung ca. 200 000 000 kWh betragen würde. In allernächster Zeit sollen die Bauarbeiten für zwei dieser Kraftwerke, für eine Niederdruckanlage bei Klosterbuch an der Freiberger Mulde sowie eine Hochdruckanlage an der Wilden Weißeritz bei Tharandt (nahe Dresden) in Angriff genommen werden.

Für die Wasserkraftanlage Klosterbuch wird die Freiberger Mulde durch ein 60 m breites hydraulisches Dachwehr dicht oberhalb des Landesschulgutes Klosterbuch um 2,70 m gestaut. Ein 1150 m langer rechtsufriger Werkgraben (Trapezquerschnitt mit Betonschale) leitet bis zu 38 cbm/sec dem unmittelbar am Flusse gelegenen Krafthause zu, in welchem 23.0 cbm/sec mittleres Arbeitswasser bei 4,05 m mittlerem Nutzgefälle zur Erzeugung einer mittleren Jahresarbeit von 5 644 000 kWh ausgenutzt werden. Vorläufig soll nur der Obergraben als Notstandsarbeit zur Behebung der in der Umgebung herrschenden Erwerbslosigkeit ausgehoben werden. Der vollständige Ausbau der gesamten Anlage ist späterer Zeit vorbehalten.

Die durch den Staat und die Gemeinden des Plauenschen Grundes gemeinsam zur Ausführung kommende Wasserkraftanlage bei Tharandt soll eine unterhalb der Talsperre Klingenberg gelegene, 73 m hohe unausgenutzte Gefällsstufe der Wilden Weißeritz mittels 3,4 km langer Freispiegelstollenleitung und anschließender 190 m langer Druckrohrleitung nutzbar machen. In dem unmittelbar am Ortsausgange der Stadt Tharandt gelegenen Krafthause werden 2450 PS Turbinen — und 1632 kWh Generatorenleistung Aufstellung finden, so daß bei einer mittleren Leistung von 1048 PS eine mittlere Jahresarbeit von 6 095 000 kWh erzeugt werden können. Der für 33 cbm/sec Fassungsvermögen bemessene Stollen weist 4 Angriffsstellen auf. Trotz der vergleichsweise hohen Ausbaukosten (Stollenführung infolge Geländeschwierigkeiten erforderlich) ist die Anlage in betrieblicher Hinsicht von besonderem Werte, da ihr als Unterlieger der Talsperre Klingenberg ein vollständig ausgeglichenes Arbeitswasser zur Verfügung steht.

Das Heimbach-Kraftwerk. Mit der Inbetriebnahme des Kraftwerkes Bettenhausen ist das für die elektrizitätswirtschaftliche Lage Württembergs bedeutsame Heimbach-Kraftwerk seiner Bestimmung zugeführt worden. Das Werk, mit dessen Bau im Jahre 1921 begonnen wurde, ist als Spitzenwerk von rund 5400 PS Gesamtleistung hergestellt worden. Der Ausbau umfaßt die Ausnutzung der Wasser der Glatt mit ihren Nebenflüssen. Das Sperrbecken, in das der Heimbach unmittelbar fließt, hat einen nutzbaren Wasserinhalt von 133 000 Kubikmetern. Von diesem wird das Wasser in einen etwa 2,8 Kilometer langen

[1]) Auszug aus einem Artikel von Reg.-Baumstr. Rudolf im „Elektro-Journal" 1923 Nr. 8/9.

Digitized by Google

Druckstollen geführt, in den der Türnenbach durch einen 16 m tiefen Schacht einfällt. Am Ende des Druckstollens befindet sich der 22 m hohe Druckausgleichsschacht sowie das in den Felsen gesprengte, mit einem Aufbau versehene Wasserschloß. Eine eiserne Druckrohrleitung von 2,1 m Durchmesser führt weiter zu den vier Francis-Spiralturbinen im Krafthaus.

Die Wasserkräfte des asiatischen Rußland. Während im europäischen Rußland mit seinen 100 Millionen Bewohnern nur etwa 586 000 PS ausbauwürdige Wasserkräfte verfügbar sind, ist der Reichtum des dünn bevölkerten asiatischen Teiles des riesigen Reiches ein ungleich größerer. Nach den Mitteilungen des Prof. Deysha in der „Vyzestnik Inzhenyero" warten in Russisch-Asien folgende bedeutende Wasserkraftquellen ihrer Erschließung und Nutzbarmachung für kulturelle Zwecke:

im Kaukasus	7 715 000	PS
„ Ural	923 000	„
in Turkestan	1 155 000	„
„ Sibirien	5 055 000	„
„ der Amurgegend .	3 130 000	„
„ Komtschatka . . .	410 000	„
zus.	18 388 000	PS

Dabei sind nur Ströme oder Seen berücksichtigt, die jährlich mindestens 100 Tage eisfrei sind und Gefälle von wenigstens 1:3000 besitzen. Wässer, die höher als 2000 m über N.N. liegen, sind ebenfalls unberücksicht geblieben.

Gegen eine rasche Nutzbarmachung dieser ungeheuer wertvollen Naturschätze, die sich vielfach auf verhältnismäßig kleine Landflächen konzentrieren, spricht, abgesehen von der bekannten Finanzlage Sowjetrußlands, das Fehlen größerer industrieller Betriebe im asiatischen Rußland. Im Hinblick auf die zum Teil reichen Mineral-, Oel- und Holzvorkommen, ungeheuren Oedländereien usw. dürfte sich vielleicht doch bald fremdes Kapital finden, um diese, insbesondere im Süden die günstigsten klimatischen Verhältnisse aufweisenden Gebiete der Kultur zu erschließen. Wie im Gebiete des Lyrdarja und Amudarja wäre durch eine ausreichende Bewässerung in Verbindung mit dem Ausbau der Wasserkräfte reichste Ernteerträgnisse in Aussicht zu nehmen. Dr. Saller.

Wasserkraftanlagen

Das neue Elektrizitätswerk Bad Kissingen wurde am 16. Sept. 1923 durch seinen Erbauer Ing. Joh. Hallinger, München, bei der Eröffnungsfeier in Gegenwart des Staatsministers des Innern, des Regierungspräsidenten von Unterfranken der Stadtgemeinde übergeben. Die Stadt, welche seit 1905 ein Elektrizitätswerk mit Dampfbetrieb und seit 1910 auch mit Dieselmaschinenbetrieb führte, trug sich bereits 1919 mit dem Gedanken der Heranziehung der fränkischen Saale für zunächst 80 PS Leistung. Im April 1922 wurde dem Erbauer die Fertigung der Pläne übertragen, nachdem die Gemeindeverwaltung rechtzeitig die Notwendigkeit einer Umstellung ihrer Kraftwirtschaft erkannt hatte. Ende Mai wurden die Pläne genehmigt, die Mittel zum Bau zur Verfügung gestellt und die Oberleitung dem Planfertiger übertragen mit dem Erfolg, daß bereits im Frühjahr dieses Jahres (1923) — ein Jahr nach Genehmigung der Ausführung — der erste Maschinensatz den regelmäßigen Betrieb aufnehmen konnte, von welchem Zeitpunkt ab die Dampfanlage großenteils in Reserve stehen konnte.

Vom alten Stauwehr der Lindesmühle zweigt ein 160 m langer Oberwasserkanal ab, der zu dem unmittelbar an das alte Elektrizitätswerk angebauten Turbinenhaus führt, von wo ein Unterwasserkanal von 300 m Länge, zum Teil gedeckt ausgeführt, eine Schleife der Saale, abschneidet und damit eine Gefällsstufe von 3—3,4 m bildet. Die Saale führt eine Niederwassermenge von 4 m³/sec bis zu Hochwassern mit 500 m³/sec, zum Einbau gelangten 2 Zwillings-Francisturbinen mit liegenden Wellen in Betonkammern mit Tauchdecke, senkrecht zur Stromrichtung und nach Patent Hallinger gegeneinander parallel versetzt[1]) aufgestellt. Jede Turbine treibt mit Riemen den zugehörigen Regler sowie einen Gleichstromgenerator an. Die beiden Turbinen leisten 210 bezw. 180 PS, zusammen also 390 PS bei einer vollen Wassermenge von 10,8 m³/sec, die verfügbare Leistung kann fast restlos ausgenützt werden, da das Werk Gleichstrom erzeugt und demnach eine einfache Aufspeicherungsmöglichkeit in der vorhandenen Batterie gegeben ist. Das neue und das alte Maschinenhaus ist zu einem übersichtlichen Ganzen durch Herausnahme einer Mauer vereinigt.

Die wirtschaftliche Tragweite dieser rechtzeitigen Umstellung geht daraus hervor, daß das neue Wasserkraftwerk bei einer normalen Jahresleistung von 900 000 kWh nicht nur den derzeitigen Jahresverbrauch von 500 000 kWh decken kann, wobei die Wärmekraftreserven nur bei Sommer-Niederwasser und Hochwasser einzuspringen haben, sondern daß darüber hinaus unter tunlichster Anpassung an Wasserführung und Belastung und an den jeweiligen Leistungsüberschuß noch die Pumpenanlage des städt. Wasserwerkes (bisher Dieselmotoren) und die Anlagen des neuen Schlachthofes, dessen Grundstein im Anschluß an die Eröffnung der Wasserkraftanlage gelegt wurde, mit dem billigen Wasserkraftstrom betrieben werden und darüber hinaus noch an die Einführung der Elektroheizung mit Ueberschußstrom gedacht wird. Trotzdem die Baukosten durch die Geldentwertung von 8 Millionen M. des Voranschlages auf 4½ Milliarden gestiegen sind, ist die Anlage bereits durch Brennstoffeinsparung allein abbezahlt; erspart sie doch jährlich rd. 1600 t Kohle und den Lohn von 4 Arbeitern, die bisher beim Dampfbetrieb nötig waren. Rdl.

Wasserkraftmaschinen.

Westtiroler Großkraftwerk. Nach Projekten der Continentalen Gesellschaft für angewandte Elektrizität, welcher das Wiestalwerk bei Landeck an der Trisanna gehört, soll der Inn an der historischen Pontlatzer Brücke bei Prutz oberhalb Landeck gefaßt und durch einen 9,5 km langen Stollen gegen Wenns ins Pitztal übergeleitet werden. Nach Einleitung der Pitztaler Ache und weiteren 7 km Stollen wird oberhalb Roppen das Wasserschloß der Inn-Anlage erreicht. Die Oetztaler Ache wird durch mehrere Stollen von zusammen 7 km Länge ebenfalls an die gleiche Oertlichkeit geleitet. Die beiden Wasserschlösser liegen ganz im Felsen und weisen gegeneinander einen Höhenunterschied von ca. 65 m auf. Die Stollen sollen keinen höheren Innendruck als max. 3 at aufnehmen. Die bei Roppen (einer Transformatorenstation der Arlbergbahn) am Inn gelegene Zentrale soll eine installierte Leistung von 80 000 PS erhalten bei 167 m Gefälle für die Inn-Anlage und 232 m für die Oetz-Anlage. Der Strom soll in die etwa 4,5 km entfernte Imster Au zu dort projektierten elektrochemischen Fabriken geleitet werden. Die Vorarbeiten haben im Frühjahr 1922 mit dem Vortrieb von Fensterstollen im Oetztal in beschränktem Umfang begonnen. Der Baubetrieb soll nun kräftig gefördert werden, wozu vom Wiesberger Werk her eine Hochspannungsleitung ins Oetztal als begünstigter Bau genehmigt wurde. Es wäre zu begrüßen, wenn nach Ueberwindung der Finanzierungsschwierigkeiten dieses auf Erzeugung von Stickstoff und Aluminium sowie Erzverhüttung abzielende Großwasserkraft-Unternehmen in raschen Fortgang käme. Rdl.

Selbsttätiger Betrieb amerikanischer Wasserkraftanlagen.[1]) In den letzten Jahren sind infolge der steigenden Löhne und Betriebskosten eine Reihe kleinerer Wasserkraftanlagen in den Vereinigten Staaten von Amerika für gänzlich oder teilweise selbsttätigen Betrieb eingerichtet worden. Eine solche besonders im Winter schwer zugängliche Wasserkraftanlage für vollständig selbsttätigen Betrieb wurde kürzlich von der New England Co. in Searsburg, Vermont errichtet.

Die Werkanlage besteht aus einer synchronen Drehstromdynamo mit angebauter Erregermaschine, die von einer Turbine für 63 m Gefälle mit selbsttätiger Regelung angetrieben wird. Die erzeugte Energie wird nach einem 25 km entfernten Hauptwerk mittels 66 kV-Leitung über-

[1]) H llinger, Eine neue Bauweise für Wasserturbinenanlagen, Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen 1914, H. 26—28.

[1]) V. D. I. 1923, Nr. 35, S. 863.

Digitized by Google

tragen, von dem aus das Hilfswerk durch elektrische Fernsteuerung in Betrieb gesetzt und abgestellt wird.

Hierzu dient ein Zeitschalter im Hilfswerk, der über eine Reihe von Auslöseinrichtungen ein Solenoid oder ein Hilfsventil am Turbinenregler betätigt; mittels dieser Einrichtung kann der Absperrschieber geöffnet oder geschlossen werden. Bei Nieder- oder Hochwasserstand wird die Turbine selbsttätig durch einen Schwimmerschalter abgestellt und der Oelzulauf zum Regler abgesperrt; gleichzeitig wird auch der Bremszylinder der Turbine durch ein Magnetrelais betätigt. Die Zeitdauer vom Schließen des Schalters bis zur Aufnahme der vollen Belastung beträgt 35 sec.

Sobald der als Induktionsmotor angelassene Stromerzeuger die volle synchrone Umlaufzahl erreicht hat, wird ein Schaltkontakt geschlossen und das Feldrelais des Erregerkreises betätigt, wodurch die Maschine entsprechend der Turbinenöffnung belastet wird. Im Fall einer Beschädigung oder einer Ueberlastung der Dynamowicklung wird der Stromkreis durch ein Spannungs- bzw. Stromrelais selbsttätig unterbrochen, desgleichen wird bei Heißlaufen der Lager oder Unterbrechung der Oelzufuhr durch entsprechende Relaiseinrichtungen der Stromkreis selbsttätig unterbrochen und die Maschine abgestellt. Zum Abstellen der Maschine kann der Zeitschalter sowie auch der Schwimmerschalter benutzt werden. Die große Zahl der Auslöseinrichtungen erforderte jedenfalls eine ständige Ueberwachung der Anlage.

Die gegenwärtigen Bestrebungen im Bau selbsttätiger oder halbselbsttätiger Kraftanlagen bevorzugen die Verwendung asynchroner Induktionsmaschinen, obschon dies der auch in Amerika angestrebten Bekämpfung des schlechten Leistungsfaktors durchaus nicht entspricht. Die Southern California Edison Co. betreibt zur Zeit neun kleine selbsttätige Wasserkraftanlagen mit 15 000 kWh Gesamtleistung, deren Betriebskosten um rund 55 v. H., also mehr als die Hälfte, geringer sind als bei Handbetrieb. Der selbsttätige Betrieb erscheint besonders bei solchen Anlagen angezeigt, bei denen Wassermangel (ohne Speicherung) zu befürchten ist, oder bei denen das überschüssige Wasser aus dem Vorbecken für Bewässerungen entnommen wird, daher größte Sparsamkeit im Wasserverbrauch erforderlich ist. Kr.

Verschiedenes

Gummidichtung bei Turbinen wird jetzt häufiger in den Vereinigten Staaten angewandt. Nach einjährigen Versuchen hat sich, wie Power vom 12. Juni 1923 mitteilt, gezeigt, daß die befürchtete Gefahr des Festklemmens des Läufers an der Dichtung nicht besteht. Auch die Abnutzung infolge des Schleifens auf dem Gummi ist vernachläßlich. Die Härte des Gummis ist dieselbe wie für Kraftwagenreifen. Ein bemerkenswerter Erfolg wird von einem über zehn Jahre alten Kraftwerk der Southern California Edison Co. mitgeteilt. Die Leistung einer Turbine war hier im Laufe der Zeit von 1550 auf 1440 kVA zurückgegangen. Nach Einfügung der Gummidichtung stieg sie auf 1670 kW. Da diese Leistung für die Turbine zu groß war, wurde eine alte 110 kW-Maschine wieder in Betrieb genommen, so daß jetzt mit derselben Wassermenge 1660 kW erhalten werden, mit der vorher nur 1440 kW geleistet wurden. Ueber die technische Ausführung wird nur mitgeteilt, daß sie leicht ersetzbar ausgebildet wird. Das bisher größte Gefälle ist 106 m. Für das Oakgrove-Werk in Oregon, das anfang 1924 in Betrieb kommen soll, sind die Dichtungen für 259 m vorgesehen, bei 1,68 m Durchmesser. Für die niedrigen Gefälle in den Oststaaten soll noch eine wirtschaftlichere Fertigung in Streifen statt in Ringen versucht werden. W. K.

Verschiebung der Mainbrücke bei Viereth. Durch den Bau der neuen Staustufe der Rhein-Main-Donau-A.G. bei Viereth mußte eine Verschiebung der Vierether Mainbrücke um 150 m flußabwärts vorgenommen werden. Die Verschiebung erfolgte unter Leitung des Neubauamts Bamberg durch die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg am 27. Dezember 1923. Die Brücke wurde von der M.A.N. für die Gemeinde Viereth im Jahre 1901 erbaut und hat eine Stützweite von 61.6 m und ein reines Eisengewicht von 160 Tonnen. Wegen der höheren Lage der neuen Auflager war es notwendig, die Brücke an ihrer alten Stelle noch um rund 1,80 m zu heben. Dies geschah mittels hydraulischer Pressen und untergebauter hölzerner Stapel. Die Verschiebung selbst geschah mittels zwei eisernen Schiffen von je 150 Tonnen Tragfähigkeit, in die zur Aufnahme der Brückenlast besonders konstruierte Holzgerüste von über acht Meter Höhe eingebaut waren. Das Eisengerüst dieser Rüstung betrug etwa 30 Tonnen pro Schiff. Das Einfahren und Ausrichten der bis auf Eichhöhe mit Wasser gefüllten Schiffe vollzog sich bereits am 26. Dezember nachmittags. Am 27. früh wurde mit dem Auspumpen des Wassers begonnen, wodurch die Schiffe allmählich so viel Auftrieb erhielten, daß sie die Brücke aufnehmen konnten. Kurz nach 11 Uhr schwebte die Brücke frei über den Auflagern. Infolge starken Nebels, der eine Sicht vom einen Ufer zum andern behinderte, mußte mit der eigentlichen Verschiebung noch eine Stunde zugewartet werden. Sie geschah in der Weise, daß die beiden Schiffe mittels Winden dann langsam an einem Ankerseil gleichmäßig nach abwärts gezogen wurden. Nach Verlauf von einer Stunde war die Brücke neben den neuen Widerlagern angelangt. Das genaue Einrichten der Schiffe nahm wegen der Schräglage zum Fluß noch weitere dreiviertel Stunden in Anspruch. Nachmittags 3 Uhr war die Brücke über ihren neuen Widerlagern ausgerichtet. Das Ablassen der Brücke erfolgte erst am 28. vormittags durch neuerliches Eintauchen der Schiffe mit Wasser- bezw. Steinballast. Die Arbeiten gingen programmgemäß ohne irgendwelche Zwischenfälle vor sich und können als eine technische Musterleistung bezeichnet werden. K.

Energieverteilung

Ueber Kupplung von großen Netzen enthalten die Ausführungen von Ing. Großen in dessen Vortrag vor der Sektion Aarau des S. T. V. bemerkenswerte Einzelheiten (Schweiz. Techn.-Ztg. 1924, H. 6). In der Schweiz besteht ein einheitliches Netz vom Kraftwerk Brusio im äußersten Süd-Osten über das Albulawerk und Löntschwerk nach Beznau, Gösgen, Wangen, Mühleberg, Spiez und über den Gemmipaß zu den Walliser Werken. Dazwischen sind noch andere Werke direkt oder indirekt an diese Sammelschiene angeschlossen, so die 4 Zentralen der Zentralschweizerischen Kraftwerke, Amsteg (vgl. d. Z., Heft 3, 1924, S. 27), Augst, Aarau. Von dieser Landessammelschiene führen Anschlüsse nach Deutschland, Frankreich und Italien zwecks Ausfuhr der im eigenen Lande überschüssigen Energie, wo wieder Kupplungen mit anderen Netzen und Großkraftwerken bestehen. Es soll bereits ein Parallelbetrieb der Kraftwerke von der Lombardei weg mit den Schweizerischen und deutschen Werken bis gegen Belgien hinein ohne Störungen stattgefunden haben. Rdl.

Geschäftliches

Der Bau des Tiroler Achenseewerkes. Im Jahre 1919 erwarb die Stadt Innsbruck aus dem Besitze des Stiftes Fiecht den Achensee samt dem ausgedehnten Grundbesitz, zwei Hotels und allen Rechten in der Absicht, das Wasser dieses Bergsees zur Gewinnung elektrischer Energie auszunützen, insbesondere zur Stärkung der Leistungsfähigkeit des Innsbrucker Kraftwerkes an der SPill. Aber auch für den elektrischen Betrieb der Bundesbahnen in Tirol war die Stromlieferung aus dem Achenseewerke berechnet.

Die Projektierung des Werkes verzögerte sich, die Finanzierung stieß auf Hindernisse, so unterblieben die entscheidenden Schritte bis in die letzten Wochen. Am 17. Dezember hat der Innsbrucker Gemeinderat beschlossen, den Bau des Achenseewerkes in Angriff zu nehmen. Die Finanzierung wurde in folgender Weise gelöst: Es bildet sich eine Aktiengesellschaft, der die Stadt Innsbruck mit einer Sacheinlage von 3 Millionen Goldkronen angehört. Diesen Wert repräsentiert der See samt Zubehör selbst, dessen Wasser zur Ausnützung freigegeben werden. Um die Finanzierung bewarben sich drei Gruppen. Die Stadt Innsbruck hatte an alle Bewerber die Bedingung gestellt,

Digitized by Google

daß das Werk nach 60 Jahren in ihr Eigentum übergehe, außerdem verlangte sie die Mehrheit der Sitze im Verwaltungsrat. Der Gemeinderat entschied sich, die Finanzierung der Bodenkreditanstalt zu übergehen und gemeinsam mit dieser eine Aktiengesellschaft zu bilden. Mit der Bodenkreditanstalt vereinigt sind zur Finanzierung des Achenseewerkes die Kreditanstalt, die Zürcher Elektrobank, und die Tiroler Hauptbank einerseits und die Niederöst. Eskompte-Gesellschaft und die Tiroler Landesbank andererseits.

Die Pläne für das Großkraftwerk liegen bereits in großen Umrissen vor, der Baubeginn wird erfolgen, sobald noch einige Zweifel gelöst sein werden. Dazu gehört die Wasserrechtsfrage für die Zuflüsse des Sees. Diese kommen aus bayerischem Gebiet, von bayerischer Seite wurde schon vor drei Jahren, als der Plan des Achenseewerkes zum erstenmal genannt worden ist, Einsprüche erhoben mit der Begründung, es kämen einige an den Seezuflüssen gelegene bayerische Interessenten zu Schaden, wenn die Seezuflüsse gesperrt werden müßten. Die Ableitung der Ueberwässer erfolgt in den Inn. Eine andere Angelegenheit ist die Stromabgabe an die Bundesbahnverwaltung. Mit dieser Abgabe wird gerechnet, um Absatz für die Energie zu haben. Anläßlich der Uebergabe der Karwendelbahn-Aktien hat sich die Eisenbahnverwaltung verpflichtet, den Strom für den elektrischen Betrieb der Linie Salfelden-Wörgl aus dem Seewerke zu beziehen. In dieser Hinsicht sind noch Zusagen der Bundesbahnverwaltung wegen einer bindenden Zahlungspflicht vonnöten. Diese Hindernisse, auch die Wassergerechtsfrage gegenüber Bayern werden den Bau des Werkes nicht verzögern, weil sich die Projektanten auf den Standpunkt stellen, im eigenen Lande das Hoheitsrecht über die Gewässer zu besitzen.

Es wird notwendig sein, den Spiegel des Sees um etwa zwei Meter zu senken, der Eindruck des Gebirgsees im Achental dürfte also jedenfalls beeinträchtigt werden, das Projekt sieht aber die Ausnützung aller Gebirgsbäche in der ganzen Gegend vor, um den Seespiegel zu heben. Diesem Zweck dient auch ein großes Pumpwerk, das einen der tiefer gelegenen Bäche der Wasserzufuhr dienstbar machen soll. (Frankf. Ztg.)

Vereine — Versammlungen

Hafenbautechnische Gesellschaft, Hamburg. Die diesjährige (6.) ordentliche Hauptversammlung, zugleich Feier des 10jährigen Bestehens unserer Gesellschaft, findet am 30. und 31. Mai in Königsberg i. Pr. als Auftakt für die Eröffnung des Freihafens gelegentlich der 200jährigen Wiederkehr der Vereinigung der Städte Kneiphof, Altstadt und Lebenicht und der 200jährigen Kantfeier statt. Reisegelegenheit wird zu Schiff von Stettin aus und mit der Bahn ab Berlin vorgesehen werden.

Vorläufige Tagesordnung: Donnerstag, 29. Mai (Himmelfahrtstag): Sitzung des Gesamtvorstandes und Begrüßungsabend der Stadt; Freitag, 30. Mai: Geschäftliche Sitzung und Hauptversammlung; nachm. Rundfahrt durch den Hafen und nach dem Seekanal; gemeinschaftliches Abendessen; Sonnabend, 31. Mai: Besichtigung des Ostpreußenwerkes.

Auskunft durch die Geschäftsstelle der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Hamburg 14, Dalmannstraße 1, und den Königsberger Ortsausschuß, z. Hd. des Herrn Stadtbaurat Kutschke, Königsberg i. Pr., Magisterstraße 77—79.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 24. März 1924.

47a, 16. H. 93211. Dr.-Ing. Hans Heymann, Landwehrstr. 14, u. Dipl.-Ing. Ernst Lehr, Kiesstr. 94, Darmstadt. Verfahren zur Dämpfung oder Beseitigung von Schwingungen oder Stößen. 31. 3. 23.

Letzter Tag des Einspruches 31. März 1924.

47a, 16. B. 105827. Jules Babin, Paris; Anordnung zur Dämpfung von Erschütterungen. 27. 7. 22. Frankreich 30. 7. 21.
84c, 1. S. 60159. Siemens Bauunion G. m. b. H. Kommanditgesellschaft, Berlin. Verfahren zum Absenken des Grundwassers für Baugruben. 21. 6. 22.
84c, 5. S. 45153. Siemens & Halske Akt.-Ges., Siemensstadt b. Berlin. Decke zur Ausführung des Verfahrens zur Herstellung von Unterwassertunnel nach dem Patent 376270; Zus. z. Pat. 376270. 6. 4. 16.

Letzter Tag des Einspruches 7. April 1924.

27c, 8. P. 44231. Frantisek Pechan, Skvrnany, Tschechoslovakei; Kreiselverdichter. 13. 5. 22. Tschechoslovakei 15. 6. 21.
27c, 10. P. 46691. Dipl.-Ing. Julius Pieck, Köln-Dellbrück. Mehrstufiger Kreiselgasverdichter. 9. 8. 23.
47h, 22. O. 12674. Dipl.-Ing. Paul von Vágo, Jena, Friedrich Deckel, München-Ludwigshöhe, Josephinenstr. 18. Sender für Flüssigkeitsgetriebe. 25. 11. 21.
59b, 2. E. 29025. Ehrhardt & Sehmer A. G., Saarbrücken. Feststellvorrichtung an selbsttätigen Entlüftungen für Kreiselpumpen. 8. 2. 23.
84a, 3. F. 51229. Dipl.-Ing. Karl Förderreuther, Charlottenburg, Herderstr. 9. Wasserkraftvernichter mittels Wasserwalzen. 24. 2. 22.
84a, 3. H. 86457. J. Huber u. A. V. Lutz, Zürich. Selbsttätiges Klappenwehr. 30. 7. 21.
88a, 6. V. 17760. Edouard Volet u. Ateliers des Charmilles, Société Anonyme, Genf, Schweiz. Doppelt wirkende Regelungsvorrichtung für Wasserturbinen. 14. 9. 22. Schweiz 28. 9. 21.
88a, 7. E. 29354. The English Electric Company Ltd. u. Paul Deriaz, London. Ausflußkammer einer Wasserturbine zur Umwandlung von Geschwindigkeitsenergie in Druckenergie. 26. 4. 23. Großbritannien 27. 4. 22.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftanlagen. Neue Mittel- und Kleinwasserkräfte. Von F. Hallinger, München. „Bauing." 1923 Heft 24, S. 642—646. 8 Abb. (Beschreibung der im Jahre 1923 fertiggestellten Soyensee-Wasserkraftanlage bei Wasserburg, Bayern.)

— Stauwerke sind Kanalisationsausgänge. Von Oberbaurat Schug. „Die Rheinquellen". XVIII. Jg.,

Digitized by Google

H. 7/8 S. 97. (Der Hauptsammler von Aschaffenburg wird zunächst rechtsseitig dann linksseitig des Mains geführt und mündet unterhalb der Staustufe Mainaschaff im wirbelnden Wasser.)

— Ueber die landwirtschaftliche Verwertung städtischer Abwässer. Von W. Hönig, Prof. i. Brünn. „Techn. Gemeindeblatt" XXVI., 19. (Grundsätze über Anlage der Klärbehälter, Berieselung, Fischteiche, Schlammtrocknung und -verwertung.)

— Der Einfluß der Kaiserlichen Verordnung über die „Begünstigten Bauten" auf den Wasserkraftausbau in Bayern. Von Ing. Felix Kühnelt. „Oest. Monatsschrift f. d. öff. Baudienst" Nr. 4, S. 108. (An Hand von Beispielen wird dargelegt, wie weit der Gedanke den Ausbau von im öffentlichen Interesse gelegenen Bauten durch das Recht der Enteignung zu fördern Früchte getragen hat.)

— Der Ausbau unserer Wasserkräfte. Von Oberbaurat Dipl.-Ing. Dr. Martin Paul. „Oest. Monatsschrift f. d. öff. Baudienst" Nr. 4, S. 126. (Wasserkraftanlagen an der Enns.)

Abwasserreinigung. Die Schlammentleerung der Klärbecken mittels Saugbaggers. Von Oberingenieur P. Miara, Braunschweig. „Ges. Iny" 1924 Nr. 3, S. 17—18 6 Abb. (Beschreibung des Frühling'schen Schlammbaggers für Schlammentleerung).

— Die Kläranlagen der Stadt Hanau a. M. und ihre Reinigungswirkung im Vergleich zur Reinigungswirkung der Kläranlagen der Stadt Frankfurt a. M. Von Dr. A. Schulze-Forster. „Wasser und Gas" 1923, Nr. 49/50, S. 1149—1172. (Vergleich der Prüfung der beiden Kläranlagen und die daraus sich ergebenden praktischen Schlußfolgerungen.)

Abwasserbeseitigung. Die Beseitigungsmöglichkeiten neuartiger Abwasser. Von Dr. O. Kammann. I. Gellatinehaltiges Wasser aus Filmfabriken. „Techn. Gemeindeblatt XXVI., S. 27. (Die Abwasser von Filmfabriken können mit Erfolg biologisch gereinigt oder können in nicht bereits verschmutzte Vorfluter mit genügender Wasserführung eingeleitet werden.)

Wasserrecht. Der Entwurf eines Thüringischen Wassergesetzes. Von Ob.-Land.-Ger.-Rat Dr. Lummer. „D. Wasser u. Wegebau" 21. Jg., Nr. 15/16, S. 72. (Grundsätzliches in gemeinverständlicher Darstellung.)

Entwässerungen. Flußrückstau in Städtekanalisationen unter besonderer Berücksichtigung der Frankfurter Verhältnisse. Von Amtsbaurat Müller, Frankfurt. „Ges. Ing." 1923, Heft 41, S. 406—409. 2 Abb. (Angabe von Vorkehrungen, durch die schädliche Einwirkungen des Flußrückstaues vermindert oder ausgeschaltet werden können.)

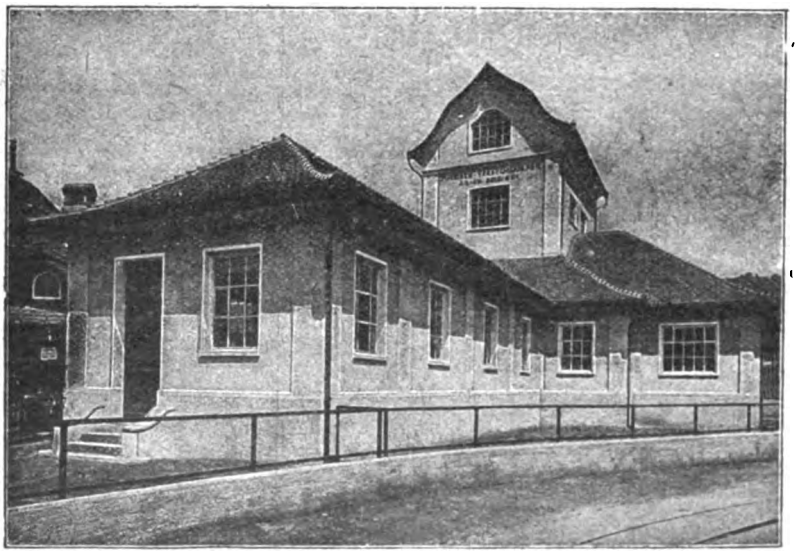
Wasserversorgung. Die Schnellfilteranlage des Wasserwerks Stuttgart. Von Reg.-Baumstr. Dir. Link Stuttgart. „Ges. Ing." 1923, S. 429—430. 2 Abb. (Beschreibung der Anlage — Pumpen- und Füllmittelgebäude, Niederschlagsbecken, Schnellfilter, Entkeimungsanlage.)

— Das Wasserversorgungswesen von Rußland. Von Dr. Ing. Thiem, Leipzig. „Das Gas- und Wasserfach", 1923, Heft 32, S. 474. (Statistische Angaben städtischer Wasserversorgungsanlagen in Rußland.)

— Die Wasserversorgung in Württemberg bis zum Jahre 1922. Von Oberbaurat Groß. „Das Gas- und Wasserfach", 1923. Heft 27. S. 393—396. (Angaben über die geschichtliche Entwicklung und den heutigen Stand.)

— Die Kläranlage der Stadt Hanau a. M. und ihre Reinigungswirkung im Vergleich zur Reinigungswirkung der Kläranlage der Stadt Frankfurt a. M. Von Dr. A. Schulze-Forster.

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Turbinen-Versuchs-Anlage der A.G. Theodor Bell & Co. Kriens

für Hochdruck- u. Niederdruck-Turbinen u. Regulatoren

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

„Wasser u. Gas", 1923, Nr. 49/50. S. 1149—1172. (Vergleich der Prüfung der beiden Kläranlagen und der daraus sich ergebenden praktischen Schlußfolgerungen.)

Wasserbau. Gießbeton-Verteilungsanlagen der Neuzeit. Von Dr. Ing. Franke. „Zentralblatt d. Bauverwaltung", 1924, H. 7, Anzeiger S. 53 und H. 8, Anzeiger S. 61—62. 6 Abb. (Forts. folgt.) (Das amerikanische Gießrinnen-Verfahren und das Kabelkran-Verfahren, Beispiele.)

— Vielfachbogen-Talsperren. Von Dr. Ing. Sitte. „Die Wasserwirtschaft" 1924, H. 4. S. 61—64. (Eigenschaften d. aufgelösten Bauweise, Ausführungs-Einzelheiten, Erstausführungen.)

— Der Talsperrenbruch im Val Gleno. Von Dr. Ing. Stucky. „Schweiz. Bauztg." 1924, H. 6, S. 63—67 und H. 7, S. 74—76, 18 Abb. (Eingehende Beschreibung auf Grund örtlicher Untersuchungen der Oertlichkeit und der Beschaffenheit der Mauer. — Die Befunde und vorzüglichen Abbildungen geben ein vernichtendes Urteil über die Ausführung und die Ausführenden. D. Schriftltg.)

— Hölzerne Rohrleitungen in Oesterreich. Von Ing. Legoos. „Schweiz. Bauztg." 1924, H. 4, S. 45—48, 9 Abb. (Konstruktion, Lebensdauer, wirtschaftliche Gesichtspunkte, maschinengewickelte und kontinuierliche (an der Baustelle hergestellte) Rohre.)

— Wilhelm Rudolf Kutter, 1818—1888. „Schw. Technikerztg." 1924, H. 1, S. 11—12, 1 Abb. (Kurze Lebensbeschreibung Kutter's, Entstehung der Kutter'schen Formel.)

— Die Anwendung von Chlorkalcium bei Zement- und Betonarbeiten als Frostschutzmittel. (Klorkalciums användning vid cement-och betongarbeten sasom skyddsmedel mot köld). Von Zivilingenieur V. Frost. „Teknisk Tidskrift", Väg-och vattenhyggnadskonst, 1924, Heft 1, S. 3—6, 1 Abb. und 3 Tabellen.

— Amerikanische Talsperrenmauern. (N. Z. d. österr. Arch.- u. Ing.-Vereins 1923, H. 46/47), „Elektrotechnik u. Maschinenbau", Wien, 1924, Heft 6, S. 84—85. (Einzelheiten über die sorgfältige Ausführung beim Bau von Massivmauern und Gewölbemauern.)

— Die erste Eisenbetontalsperre in Deutschland. Von Dipl.-Ing. Mangold. „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1924, H. 7, S. 49—50, 4 Abb. (Kurze Beschreibung der Vöhrenbach-Talsperre.)

Buchbesprechungen

Das Gesetz der Wasserbewegung im Gebirge, die geologische Grundlage für die technische Auswertung der Wasserkräfte. Von Hofrat Dr. Alexander Tornquist, o. ö. Professor der Geologie a. d. Techn. Hochschule in Graz. 1922. Leykam-Verlag in Graz.

In der Broschüre wird auf einem Raum von 32 Seiten versucht die theoretischen Grundlagen der Wasserbewegung im Gebirge auf das praktische Gebiet des Ausbaues der Wasserkräfte anzuwenden. Kap. I „Der Kreislauf des Wassers" gibt dem Techniker ein ungefähres Bild von den auf unserem Planeten zur Verfügung stehenden Wasservorräten und den daraus resultierenden Wasserkräften. Im folgenden Kap. II „Das Flußsystem" wird dargetan, wie durch die Arbeit des oberflächlich abfließenden Wassers das Flußsystem entsteht und enthält wertvolle Fingerzeige, wo am zweckmäßigsten eine Dauerausnützung der Gebirgsflüsse einsetzt. Kap. III „Das Flußbett" beschäftigt sich mit der Gestalt und den Untergrundverhältnissen des Flußgerinnes und bringt praktische Beispiele von der Wasserführung und der hieraus gewinnbaren Wasserkräfte einzelner österreichischer und benachbarter Flüsse und zieht die praktischen Folgerungen für deren Ausbau. Kap. IV berührt die große praktische Bedeutung hochgelegener natürlicher Wasserbehälter (Karseen) für die Spitzenversorgung von Wasserkraftanlagen. In Kap. V „Wasserkraftanlagen und Natur- und Heimatschutz" wird dem Techniker nahegelegt, bei der Ausführung seiner Bauten sich nicht ganz des Gefühles für die Schönheiten der Landschaft zu entäußern, sondern zu versuchen, sie der Umgebung möglichst geschickt einzupassen. Kr.

Zur gefl. Beachtung!
Der heutigen Nummer liegt ein Prospekt der Firma EISENBAU SCHIEGE A.G., LEIPZIG bei, auf den wir unsere Leser besonders aufmerksam machen.

Theatinerstr. 1-3 Telefon 22855
Adrian Brugger

München
Fachgeschäft für Mal- und Zeichenutensilien
454

Wasserturbinen
TURBINENHAAG
Nürnberg 16
429

Jos. Feldl A.G.
München
Verwaltung: Hirtenstr. 24
Betrieb: Rumfordstraße 21
Telefon: 54068, 56959
Installation
aller elektr. Starkstrom- und Schwachstrom-Anlagen, Wasserstands-Fernmelde- und Signalanlagen
Entwurf und Bau
vollständiger
Wasserkraft-Elektrizitätswerke
billige, einfachste Kleinwasserkraftanlagen
Drehstromgeneratoren
fabrikneu, ab Lager oder kürzest lieferbar.
Reparatur elektr. Maschinen
jeder Art und Größe,
best eingerichtetes Reparaturwerk am Platze.
Fabrikation
elektrischer
Heizapparate
jeder Art,
vollständige Heizanlagen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 6 . **München, 15. März 1924** **19. Jahrgang**

Vom Walchenseewerk

Der gegenwärtige Bau- und Betriebszustand[1])

Das im Dezember 1918 in Angriff genommene Walchenseewerk, das bekanntlich den Höhenunterschied von 200 m zwischen Walchensee und Kochelsee und den Speicherinhalt von 80 Millionen cbm des Ersteren (bei 4,6 m Absenkung) mit einer installierten Maschinenleistung von 4 × 24 000 PS für Ueberlandversorgung und 4 × 18 000 PS für Bahnbetrieb als Spitzenkraftwerk für eine Jahresleistung von etwa 160 Millionen kWh ausausnützt, ist mit seinen ersten beiden Maschinensätzen am 26. Januar d. J. in regelmäßigen Betrieb auf das Netz des Bayernwerkes gekommen, nachdem am 11. Januar der Probelauf der ersten Turbine im Anschluß an die erste Füllung der beiden ersten Rohrstränge auf die in den letzten Dezembertagen vorgenommene Probefüllung des Kesselbergstollens und des Wasserschlosses mit seiner 22,5 m hohen luftseitigen Staumauer vorhergegangen war. Die Wichtigkeit dieses größten deutschen Hochdruckkraftwerkes für unsere Energiewirtschaft und seine Bedeutung als Werk der Ingenieurkunst rechtfertigen einen Bericht über das, was wir durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Direktion der Walchenseewerk A.-G. unter eingehender Führung durch deren Herrn Oberingenieur Weickmann am 20. Februar zu sehen Gelegenheit hatten.

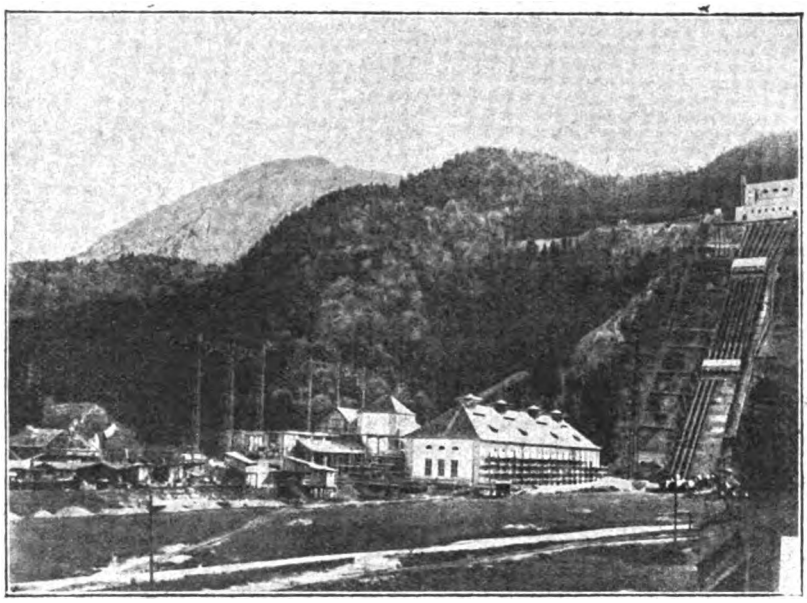


Abbildung 1. Walchenseewerk mit Rohrbahn und Wasserschloß.

Außerhalb Kochel gewahrt man eine hübsche, aus zweigeschossigen Häusern, in grün und grau, den überall bei den Bauten des Walchenseewerkes wiederkehrenden Farben, gehaltene Wohnkolonie für Angestellte. Nichts verrät auf der 4½ km langen Fahrt an den eigenartigen Felsklötzen am Seeufer vorbei die Nähe des Werkes als die 115 000-Voltleitung, deren einer Zweig am Ostufer des Sees längs der Straße läuft. Am Kesselbach-Hilfskraftwerk (320 PS bei 100 m Gefälle), das 1919 für die Baustromversorgung gebaut wurde und weiterhin als Reserve neben der Eigenbedarfsanlage des Krafthauses bestehen bleibt, vorbei, steht

[1]) Über das Walchenseewerk vgl.: Festschrift der E.T.Z. zur XXVIII. Jahresversammlung des Verbandes deutscher Elektrotechniker in München 1922 Das Bayernwerk und seine Kraftquellen, von Direktor Menge, S. 12—17; Elektro-Journal 1922 N°. 5. Das Walchenseewerk in seiner Entwicklung und seiner endgültigen Ausgestaltung, von Ministerialrat Freytag und Oberbauamtmann Höpfl, S. 115—129; Das Walchenseewerk, herausgegeben vom Staatsministerium des Inneren, Oberste Baubehörde (Kommissionsverlag J. A. Mahr); diese Zeitschr. 1922, Heft 10, S. 191.

werkes u. z. dem Letzteren gegenüber, vor welchem die man nach Passieren einer Felsnase plötzlich dicht vor dem 110 m langen Doppelbau des Kraftwerkes und Umspannbeiden über 40 m hohen Abspanngerüste emporragen. Deren eines ist bereits mit der abgehenden Drehstromleitung belegt; die Konstruktionen mit ihrer harfenähnlichen Entwicklung der abgehenzum Teil nach vorne, zum Teil nach rückwärts über die Dächer des Kraftwerkes führenden Leitungen machen einen außerordentlich leichten Eindruck. Die mächtigen Gebäude in grün und grau und Hausteinverblendung und anschließender Bogenbrücke über die Rohrbahn geben ein geschlossenes, wuchtiges Bild, das — wenn wir offen sein wollen — nur durch einen unmotivierten Bogen über die Schußrinne am unterwasserseitigen Ende des Krafthauses gedrückt wird. Vom Hof aus eintretend gelangt man auf die in der Höhe des ersten Stockwerkes die bergseitige Stirnwand des 105 m langen und 20 m breiten Maschinenhauses einnehmende Ladebühne, auf welcher eben ein am vorherigen Abend noch unter Ausnützung günstigen Wasserstandes mittelst der Eisenbahnfähre über den See geschaffter 12-achsiger Tiefgangwagen mit dem Rotor des ersten Einphasengenerators von 118 t Stückgewicht zur Entladung steht. Um bei dem niedrigen Winter-Pegelstand des Kochelsees die Fähre flott zu bekommen, mußte erst durch möglichst hoch belasteten Betrieb des Kraftwerkes zwecks Einleitung von möglichst viel Wasser aus dem Walchensee der Spiegel des Kochelsees um einige Zentimeter gehoben werden. Unter dieser Bühne wird die Eigenbedarfs-Kraftanlage errichtet, bestehend aus zwei Peltonturbinen von 450 und 850 PS (Fritz Neumeyer A.-G.) gekuppelt mit Drehstrom-Generatoren in Turbobauart (Schorch & Cie.), welche bereits angeliefert sind, ferner aus einem 300 kVA-Transformator für den Strombezug aus dem Kesselbachwerk. Die Eigenbedarfsanlage liefert auch Heizstrom in ausgedehntem Maße.

Die beiden ersten Maschinensätze, bestehend aus je einer 24 000 PS-Doppelspiralturbine von 500 Umdr. mit einteiligem Spiralgehäuse von zirka 4½ m mittlerem Durchmesser und Bronze-Laufrad von 1540 mm Durchmesser, mit riemen-getriebener Oelpumpe, Geschwindigkeitsregler

Digitized by Google

und Nebenauslaß (J. M. Voith), starr gekuppelt mit je einem Drehstromgenerator ganz geschlossener Bauart (A. E.G.) von 20 000 kVA bei 6000 V, mit fliegend aufgesetzter Doppel-Erregermaschine, sind seit Ende Januar in regelmäßigem Betrieb unter meist voller Last parallel mit den Lechwerken und dem Großkraftwerk Franken. Die Lager besitzen ebenso wie bei den Generatoren Ring-

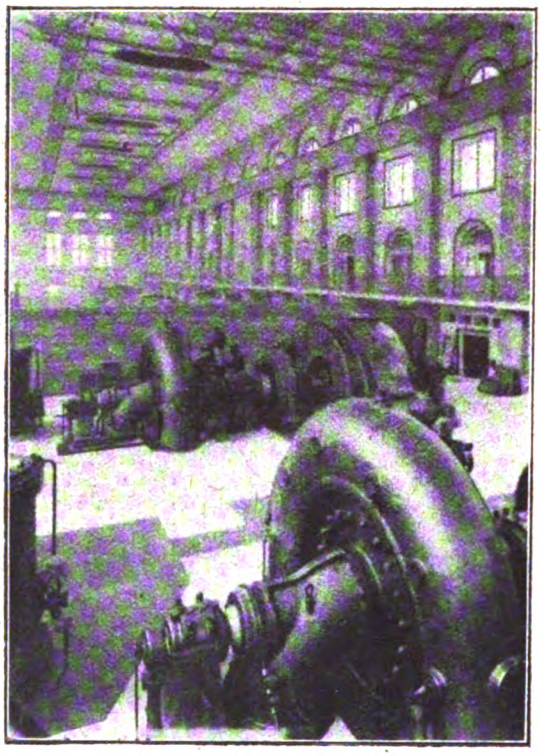


Abbildung 2. Walchenseewerk, die beiden ersten 24000 PS.-Maschinen.

schmierung und Wasserkühlung, der Kammzapfen am Außenlager der Turbine noch Innenkühlung der angebohrten Welle. Die Leitschaufeln werden durch einen außenliegenden Regulierring verstellt. Es kann hier nicht eine eingehende Beschreibung der Anlage gegeben werden, die wir nach deren Vollendung bringen zu können hoffen, und müssen wir bezüglich der Einzelheiten auf die eingangs erwähnten früheren Veröffentlichungen verweisen. Diese beiden ersten Maschinensätze mit ihrem gesamten Zubehör sind ohne irgendwelche Provisorien fertiggestellt, jedem Generator gegenüber am Kranpfeiler befindet sich eine Apparatentafel mit Wattmeter, Befehlstablo zur Verbindung mit dem Kommandoraum, Fernthermometer nebst Umschalter sowie Anzeiger für die Leitschaufelstellung der Turbine, der die Stellung zweier weiß auf schwarzem Grund sich abhebender drehbarer Leitschaufelbilder zeigt. Zum Abschluß der Rohrleitungen dienen durch Oeldruck bewegte Absperrschieber. Es ist bemerkenswert, daß die Maschinen ohne irgendwelche Nacharbeiten sofort vom Probelauf auf den Vollbetrieb genommen werden konnten und zeugt von einer hohen Güte der Werkstatt- wie der Montagearbeit. Das Maschinengeräusch ist trotz der durch den Generator getriebenen Luftmenge von rund 25 m³/Sek., die vom Dach des Vorbaues im Hof angesaugt und in das Rohrbett ins Freie geblasen werden, recht mäßig.

Im übrigen Teil des sonst auch in seiner baulichen Ausstattung fertigen hohen Maschinensaals mit in die flache Decke eingebauten Lampen und reichlicher Tagesbeleuchtung herrscht reges Leben. Die zwei weiteren Francisturbinen gleicher Größe sind montiert und harren der zugehörigen Generatoren. Von den vier Peltonturbinen des Einphasenteiles sind die Teile vorhanden, die beiden äußeren Turbinen sind in Montage begriffen. Diese Maschinen sind Doppelturbinen mit zwei Laufrädern, deren jedes von zwei Düsen mit Nadel und Ablenkerregulierung beaufschlagt wird und laufen mit 250 Umdr./Min. Ein Bild von der Größe der Turbinen vermitteln die noch frei sichtbaren Laufräder mit je 22 mächtigen Stahlgußbechern, die ja später unter den Blechhauben verschwunden sind. Die Turbinen sind mit Gegendüsen zum raschen Stillsetzen ausgestattet. Für die beiden andern Freistrahlturbinen ist die Panzerung der Ablaufschächte im Werden. Die ersten beiden Einphasengeneratoren sind in Anlieferung.

Die Kommandostelle, ein elliptischer Raum in der Mitte des Anbaues am Maschinenhaus, von demselben durch mehrfache Türen getrennt und von der an der Längswand des Maschinensaals hinlaufenden Galerie aus erreichbar, ist bis auf geringe Verschönerungsarbeiten fertiggestellt. Bogenförmig, durch einen Durchgang getrennt, stehen die Bedienungspulte für die Generatoren und Fernleitungsschalter mit den Befehlstablos, dahinter die Instrumententafeln der zugehörigen Aggregate, beiderseits anschließend die Felder für die Sicherheitseinrichtungen, Fernthermometer und Schnellregler. Ein Doppelschreibtisch dient in vollem Betrieb für die beiden Betriebsleiter des Drehstrom- und des Bahnteiles, deren ganze Einrichtung überall streng getrennt gehalten ist. Bei einem derart verzweigten Betrieb, wie es das Bayernwerk bedingt, ist eine gesicherte Nachrichtenübermittlung zwischen allen Werken und Unterwerken natürliche Voraussetzung, und neben Staatstelefon und eigenen Sprechleitungen findet hier auch die drahtlose Telefonie in der Form der leitungsgerichteten Hochfrequenztelefonie auf einer Phase der 115 000 Volt-Leitungen Anwendung, von deren tadellos klarer Sprachübertragung eine kurze Unterhaltung mit der Zentral-Kommandostelle Karlsfeld bei München überzeugte.

Im Transformatoren- und Schalthaus jenseits des Hofes ist die Drehstromseite bis auf wenige Kleinigkeiten und bis auf die Ausführungen der noch im Bau befindlichen westlichen Fernleitung nach München fertig. Das Schalthaus macht im Innern einen außerordentlich übersichtlichen und infolge größter Einfachheit in der Ausrüstung und im Entwurf des Schemas klaren Eindruck, der Schaltergang im Erdgeschoß, auf dessen einer Seite die Transformatorenschalter, ihnen schräg versetzt gegenüber die Fernleistungsschalter liegen, gewährt nach oben freien Durchblick zu den Sammelschienen-Trennschaltern. Von den Transformatoren des Drehstromteiles für je 20 000 kVA, welche über je 10 Kabel von je 3 × 185 qmm mit den zugehörigen Generatoren eine nicht schaltbare Einheit bilden, sind die Oelkühlanlagen der noch nicht im Betrieb stehenden Aggregate in Montage begriffen. Auf der Einphasenseite des Schalthauses sind noch die baulichen Arbeiten im Innern in Fertigstellung. In der Transformatorenwerkstatt im Mittel des Hochvolthauses werden die Oelkästen der Transformatoren, welche für den Bahntransport in fertig zusammengebautem Zustand zu groß sind, zusammengeschweißt, die Kerne eingesetzt und die Oelfüllung unter Zuhilfenahme der vorhandenen Oelpumpen, Filter und Oelkocher vorgenommen. Das Schalthaus wird im ganzen unbeheizt bleiben, da die Abluft der Generatoren infolge des Belastungscharakters als Spitzenwerk nicht ausreicht, um eine genügende Dauerheizung zu erzielen; die gegen Kälte empfindlichen, Oel enthaltenden Apparate, wie Oelschalter, welche nicht aus sich heraus durch Verlustwärme geheizt werden, erhalten elektrische Heizplatten untergeschoben.

Von der Druckrohrleitung ist außer den beiden östlichen im Betrieb stehenden Rohrsträngen der dritte Strang fast fertiggestellt, die Rohre und Formstücke für den westlichen, die beiden zunächst in Betrieb kommenden Bahnturbinen speisenden Rohrstrang, ebenso wie für die übrigen Verteilrohrleitungen sind vorhanden und befinden sich diese Teile in voller Montage. Die einzelnen Rohrlängen werden an Ort und Stelle mit Preßluft zusammengenietet, für das Betonieren des untersten Festpunktes der Rohrleitung ist dieser Teil des Platzes mit einer großen Holzhütte überbaut, so daß an der Arbeitsstelle die Tem-

Digitized by Google

peratur durch Heizung über Null erhalten werden kann. Die ganze Rohrbahn ist zur Aufnahme der noch fehlenden Stränge bereit, deren Durchmesser von 2.25 m oben auf 1,85 m unten abnehmen bei einer Wandstärke von 10 bis 25 mm. Bekanntlich wird jede der vier Spiralturbinen durch eine eigene Rohrleitung gespeist, während von den Peltonturbinen je zwei an einer Leitung hängen.

Die Seilbahn von 1 m Spurweite und 8 t Nutzlast bringt uns über den Höhenunterschied von zirka 170 m vom Planum vor dem Krafthaus bis zum Apparatehaus, das dem Wasserschloß vorgelagert und ebenso wie Letzteres in seiner Inneneinrichtung wie im Aeußeren fertiggestellt ist. Das prächtige Bild gebändigter Naturkraft, wie es das massige Bauwerk des Wasserschlosses oben im Wald, die sechs Rohre und der Kraftwerksbau dem Beschauer bietet, beweist nur, daß sich auch Natur und Technik recht wohl vertragen — entgegen allen Ueber-Naturfreunden. Jedes der sechs Rohre enthält dort dem Wasserschloß zugekehrt eine handbediente Drosselklappe, dahinter eine solche mit Oeldruckbetätigung und Auslösung durch eine Stauscheibe bei Rohrbruch sowie durch Druckknopf vom Kraftwerk aus nebst Stellungsfernzeigern zum Kraftwerk. Der Oeldruck wird durch zwei elektrisch betriebene Kompressoren und durch eine kleine Turbine mit selbsttätiger, vom Windkesseldruck gesteuerter An- und Abstellung aufrecht erhalten, ebenso ist dort das Windwerk für die Seilbahn eingerichtet. Eine Treppe führt 20 m höher zur inneren Plattform des Wasserschlosses, dessen Decke auf einer fast zierlichen Eisenbetonbogenkonstruktion von 23 m Spannweite ruht. Im Ruhezustand steht das Wasser in dem durch eine ringsum laufende Galerie eingesäumten Behälter von rund 17,60 × 26,50 m Grundrißfläche etwa 14 m über Wasserschloß-Sohle und etwa 9 m unter der Galerie, beim Vollbetrieb zweier Turbinen (zirka 23 m³ Sek.) einige Meter tiefer und das plötzliche Entlasten einer Turbine läßt den Spiegel um etwa 4 m emporschwellen. Vom Wasserschloß aus bietet sich ein prächtiger Ueberblick über die Gesamtanlage und über das schon Vollendete, und als Gegenstück fast zu der tief unten liegenden Kraftanlage mag man die vom Herzogstand im weiten Bogen sich talwärts über eine Schlucht weg zur gegenüberliegenden Höhe ziehende Antenne der Groß-Radiostation empfinden, die mit 200 kW Senderenergie eine, wenn auch nicht in die Augen fallende, aber deshalb nicht weniger achtbare Leistung deutschen Geistes in unglücklichster Zeit ist wie das Walchenseewerk, das allen inneren und äußeren Schwierigkeiten zum Trotz — konnten doch z. B. die Generatoren der Eigenbedarfsanlage ein halbes Jahr lang nicht aus dem besetzten Gebiet des Rheinlandes herausgebracht werden und waren auch sonst die größten Schwierigkeiten zuerst durch die Revolutionsfolgen, dann durch die Geldentwertung und die Besetzung zu überwinden — schon seit Wochen bis zu 32000 kW nach Nordbayern schicken kann und rascher völliger Vollendung entgegengeht.*)

Rdl.

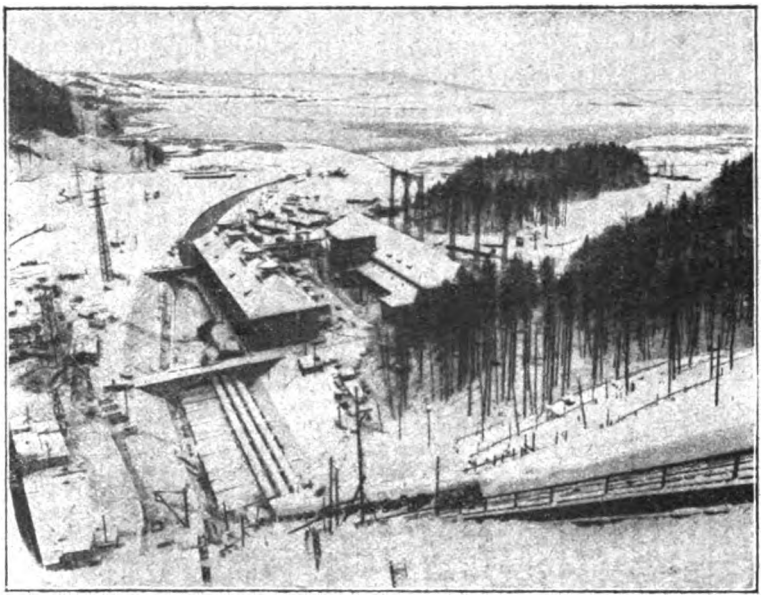


Abbildung 3. Walchenseewerk, Blick von der Rohrbahn aus.

Gezeichnete Tafel zur Bestimmung der Wassergeschwindigkeit nach der Potenzformel

Von F. Eisner, Potsdam und G. Zimmermann z. Zt. Aufkirchen.

Bereits auf Seite 209 des Jahrgangs 1922 dieser Zeitschrift sind einige weitere Untersuchungen angekündigt worden, welche u. a. zum Ziele haben, die Potenzformel $v = \lambda \cdot R^x \cdot J^y$ mit den anderen üblichen Formeln für die Wassergeschwindigkeit anschaulich zu vergleichen und dem Ingenieur für den unmittelbaren praktischen Gebrauch der Potenzformel bequeme Hilfsmittel an die Hand zu geben. Die örtliche Trennung der Verfasser und ihre berufliche Inanspruchnahme hat die Fertigstellung für den Druck lange verzögert; nachstehend soll nun zunächst eine zeichnerische Auftragung veröffentlicht werden, bei welcher die Zahlenwerte der Potenzen von R und J — über welche vielfach verschiedene Meinung herrscht[1]) — für jeden Anwendungsfall beliebig gewählt werden können[2]). Ferner haben es die Verfasser bei eigenem praktischen Gebrauch als besonderen Vorteil empfunden, daß die Tafel unmittelbar, d. h. ohne jede Rechnung sofort den Wert der gesuchten Geschwindigkeit v in m/sec abzulesen gestattet. Es sollen im Folgenden kurz alle erforderlichen Angaben gemacht werden, nach denen jeder Ingenieur die Tafel — die in der Abbildung 2 in verkleinertem Maßstabe und, um die Deutlichkeit nicht zu beeinträchtigen, mit großen Intervallen für die einzelnen Veränderlichen wiedergegeben ist — für den eigenen Gebrauch in sehr kurzer Zeit aufzeichnen kann. Eine gelegentliche Nachprüfung der im Handel käuflichen, bekannten Darstellungen des Koeffizienten der Ganguillet-Kutter-Formel hat nämlich derart erhebliche, auf jedem Blatt verschiedene Abweichungen, z. T. bis zu ½ cm!! (Papierverzerrungen?) gezeigt, daß ein einwandfreies Arbeiten nach solchen fertigen Tafeln nicht anzuraten ist, falls man nicht grobe Fehler in Kauf nehmen will.

Abb. 1 zeigt, daß für jede durch den Anfangspunkt *0*

[1]) z. B. empfiehlt Forchheimer in der „Wasserkraft" 1922, in der Z. d. V. D. I. 1923, in „Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben ..." Springer 1923: $x = 0{,}7$; $y = 0{,}5$. R. Winkel findet aus eigenen Versuchen in Übereinstimmung mit solchen von Bazin, Scobey u. a. und Messungen an großen Strömen (Z. d. B. 1923 und Z. f. angewandte Math. und Mech. 1923) im Wesentlichen $x = 3/7$; $y = 4/7$. Strickler Mitteilg. d. Schw. Amtes f. Wasserwirtsch. Nr. 16 „Beitr. z. Frage d. Geschwindigkeitsformeln u. Rauhigkeitszahlen" ... Bern 1923 empfiehlt $x = 2/3$; $y = 1/2$. Die Ansicht des erstgenannten Verfassers ist in dem erwähnten Aufsatz in der „Wasserkraft" 1922 niedergelegt; über die Forderung, die man an die Werte der Potenzen mit Rücksicht auf das Ähnlichkeitsgesetz — eines der grundlegendsten Gesetze der Mechanik — zu stellen hat, vgl. Krey u. Krey-Eisner Z. d. B. 1922.

[2]) Die Auftragung von Reinhold (Bauingenieur 1922) gilt nur für ein einziges — übrigens wenig wahrscheinliches — Wertepaar von x und y.

*) Im nächsten Heft bringen wir noch einige interessante Mitteilungen vom Bau des Walchenseewerkes, bes. Wasserfassung, Stollen und Wasserschloß.

Digitized by Google

eines Achsenkreuzes gehende Verbindungsgerade zweier Punkte A und B die aus ähnlichen Dreiecken folgende Beziehung $a : b = c : d$ gilt. Die Geschwindigkeitsformel $v = \lambda \cdot R^x \cdot J^y$ kann auch $R^x : v = \frac{1}{J^y} : \lambda$ geschrieben werden. Trägt man daher im ersten Quadranten nach oben in regelmäßiger Teilung die Größe λ auf und sorgt dafür, daß die Abszissen auf der wagerechten Achse (nach rechts) der Größe $\frac{1}{J^y} = J^{-y}$ entsprechen; trägt man ferner im dritten Quadranten nach unten v und nach links R^x auf, so haben ein Punkt A im dritten Quadranten mit den Koordinaten R^x und v und ein Punkt B im ersten Quadranten mit den Koordinaten J^{-y} und λ die Eigenschaft, daß die Verbindungslinie $A\,B$ durch den Anfangspunkt des Koordinatensystems geht, wenn die Koordinatenwerte der Geschwindigkeitsformel Genüge leisten. Die Teilung für λ und für v auf der senkrechten Achse werden in üblicher, regelmäßiger Einteilung aufgebracht. Die Verfasser haben für ihre Auftragung den Maßstab für λ z. B. zu: 100 = 10 cm; für v zu: 1,00 m/sec = 5 cm gewählt und die Unterteilung so eng gemacht, daß λ auf Einheiten, v auf 5 cm/sec genau abgelesen und Bruchteile hiervon geschätzt werden können.

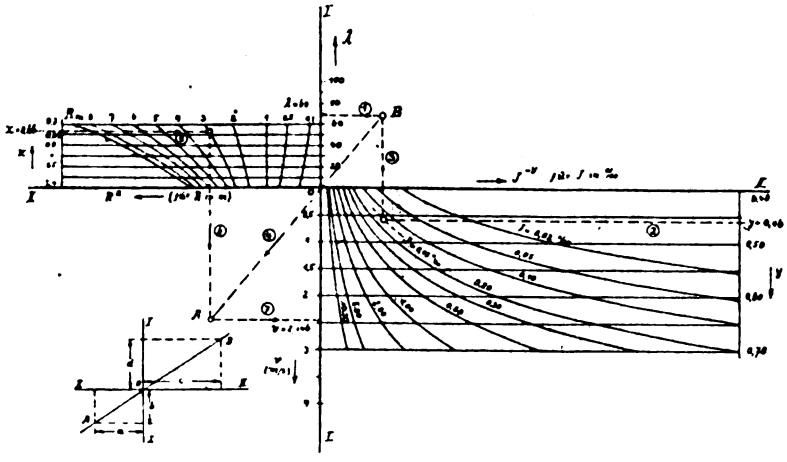


Abbildung 1.

Abbildung 2.

Tafel zur Bestimmung der Wassergeschwindigkeit nach der Potenzformel $v = \lambda \cdot R^x \cdot J^y$

Eingezeichnetes Beispiel:
Gegeben $\lambda = 68$. $J = 0{,}00015$; $y = 0{,}46$; $R = 3$; $x = 0{,}66$;
gefunden $v = 2{,}446$ m/Sek.
(auf dem Weg 1 . . . . 7).

Um nun auf der linken (negativen) wagrechten Achse als Abszissen die Werte R^x aus R und aus x zu erhalten, ist folgendermaßen vorgegangen worden. Jeder Kurve im zweiten Quadranten entspricht ein bestimmter Wert von R, welcher an diese Kurve angeschrieben ist. Für $R = 1$ hat R^x für alle Werte von x den Wert $R^x = 1$; die Kurve $R = 1$ ist daher eine zur lotrechten Achse parallele gerade Linie, deren Abstand von dieser Achse ebenso groß sein muß[3]), wie die auf der v-Achse für $v = 1{,}00$ m/sec gewählte Strecke. (Also in der Gebrauchstafel der Verf. = 5 cm). Die Kurve $R = 3$ wird folgendermaßen gefunden: es ist für die Werte (s. am linken Rand)

$x =$	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	u.s.f.
$R^x = 3^x \sim$	1,55	1,64	1,73	1,83	1,93	2,04	2,16	

In der Gebrauchstafel hat daher derjenige Punkt der Kurve $R = 3$, welcher in der Höhe $x = 0{,}70$ liegt, von der lotrechten Achse des Achsenkreuzes den Abstand 5 cm : 2,16 = 10,8 cm, der Punkt $R = 3$, $x = 0{,}50$ (d. h. in der Höhe $x = 0{,}50$ gemessen), den Abstand 5 cm : 1,73 = 8,65 cm usf. Der Maßstab für den (regelmäßigen) Abstand der wagerechten x-Geraden ist beliebig; ebenso ist das Zusammenfallen der Geraden $x = 0{,}40$ mit der wagerechten Achse des Achsenkreuzes willkürlich und nur zur Ersparnis an Zeichenarbeit angeordnet worden. In ganz entsprechender Weise sind die Kurven gleicher Gefälle J erhalten worden; da sie jedoch in ‰ umgerechnet worden sind, so erscheint keine der J-Kurven als gerade Linie. In der Gebrauchstafel der Verf. ist R zwischen 0 und 1 in Intervallen von 0,10 zu 0,10 (1 Hundertstel kann geschätzt werden) und mit bis auf 0,5 zunehmenden Intervallen bei $R = 8$ aufgetragen, während die Intervalle für J ‰ von 0‰ bis 0,40‰ zu 0,05 ‰, wachsend bis zu 2‰ bei $J = 6$‰ (kleinere Intervalle können geschätzt werden) gewählt worden sind.

Das eingezeichnete Beispiel behandelt den Fall: Gegeben $x = 0{,}66$; $R = 3$; $\lambda = 68$; $J = 0{,}00015$; $x = 0{,}46$. Lösung: Der in der Höhe $x = 0{,}46$ gelegene Punkt der Kurve $J = 0{,}15$‰ wird in den ersten Quadranten heraufgelotet und bestimmt mit einer in der Höhe $\lambda = 68$ gezogenen Wagerechten den Punkt B. Von B aus ziehe man durch 0; der Schnitt von BO mit der Lotrechten durch denjenigen Punkt der Kurve $R = 3$, welcher auf der Wagerechten $x = 0{,}66$ liegt, bestimmt im vierten Quadranten die Höhe, in der auf der v-Achse der Wert $v = 2{,}446$ m/sec abgelesen werden kann.

Über den Einfluß der im oberen Saalegebiet geplanten Talsperren auf die wasser- und kulturwirtschaftlichen Verhältnisse im Saaletale

Von E. Mattern in Potsdam. (Schluß.)

Die Schäden und Maßnahmen zum Ausgleich und deren Kosten und Entschädigungsforderungen bei Ausführung des Stollenplanes.

Gefahren und Nachteile, die durch wasserwirtschaftliche Unternehmungen für benachbarte Grundstücke und am Wasser Beteiligte oder für öffentliche Interessen entstehen, können durch Anlagen, die einen Ersatz für die Nachteile und Wirtschaftserschwernisse gewähren oder durch Geldentschädigungen gesichert und ausgeglichen werden. Dem Unternehmer liegt die Herstellung und Unterhaltung ob. Jenes erstere Verfahren hat sich wirtschaftlich als das vorteilhaftere erwiesen, weil es im positiven Sinne erhaltend und fördernd wirkt.

Die Wasserversorgung der Städte könnte durch Anlage von Talsperren im Quellgebiet der Schwarza als Ersatz der geminderten Grundwasserversorgung gesichert werden. Für die Entwässerung der Gemeinden könnten neben Maßnahmen im Rohrnetze vor allem Kläranlagen als Ausgleich für die geminderte Vorflut hergestellt werden. Die Minderung des landwirtschaftlichen Ertrages infolge der Grundwasserabsenkung ist in Geldwert ermittelt worden, entsprechend dem Verlust der Triebwerke nach dem Kostenverbrauch an Dampfwerken zum Ersatz für die aus der Wasserumleitung erwachsenden Kraftverluste, wobei auch der Kraftgewinn bei Ausbau der Reichssperren in Betracht kommt. Auch für den geminderten Hochwasserschutz fanden sich Unterlagen für die Berechnung. Die Schäden, die dem Saaletale durch eine gestörte Flößerei, durch ungünstige Eisverhältnisse und durch ein gestörtes Landschaftsbild und verminderten Reiseverkehr entstehen können, sind sehr schwer einzuschätzen. Sicher ist, daß es sich um große Werte handelt, von deren zahlenmäßiger Festlegung zunächst Abstand genommen ist.

Die Kosten sind von Sachverständigen ermittelt worden, wobei die Forderungen der kleineren Gemeinden zunächst noch nicht berücksichtigt sind. Mit diesen Vorbehalten und bei der gegenwärtigen Kraftnutzung im Saalebogen ergibt sich der Kapitalwert der Entschädigungsforderungen bei

[3]) damit das Verhältnis $a : b = R^x : v$ ungeändert bleibt.

Digitized by Google

5 v. H. Zinssatz nach dem Geldstande vom 1. Februar 1922 zu rund 1,2 Milliarden Papiermark, nach dem gegenwärtigen Goldstande entsprechend dem Umrechnungssatze.

Allgemeiner Vergleich der geplanten Talsperren in ihrer wasser- und kulturwirtschaftlichen Bedeutung.

Es ist zu betonen, daß an diesen Plänen nicht nur der sog. Saalebogen im engeren Rahmen interessiert ist, sondern, wie schon oben dargelegt wurde, die beabsichtigten Maßnahmen wirken für alle Zukunft auch auf die Wasserwirtschaft im unteren Saaletale, ja bis zur Elbe hin ein, zum Nutzen oder Schaden. Alle drei Pläne berühren aber nicht nur wasserwirtschaftlich, sondern auch landeskulturwirtschaftlich die Gegend und die privaten Belange der Uferanlieger in hohem Maße.

Der Bedarf an Wasser für die Bevölkerung, die Landwirtschaft und Industrie ist ständig gestiegen. Die Entwicklung und Notwendigkeit drängt auf immer größere Stauräume hinaus, denn nachträgliche Vergrößerungen der Sammelbecken durch Aufhöhung der Staumauern sind technisch schwierig und unverhältnismäßig kostspielig. Trotzdem sind unter dem Zwange der Dinge Talsperrenmauern erhöht worden, wie die Lenneper, die Ennepe Talsperre in Westfalen, die Assuansperre in Aegypten u. a. m. Neuerdings ist die Talsperre der Stadt Nordhausen i. Harz nach einem Entwurfsvorschlage des Verfassers dieses Aufsatzes erhöht.[1]) Aus diesen Betriebsergebnissen hat man heute erkannt, daß der Stauraum auf 80—90 v. H., ja die ganze jährliche Mittelwassermenge im Tale bemessen werden muß, wobei, wie im vorliegenden Falle, staffelförmig übereinander angeordnete Staubecken betriebswirtschaftlich als eine Einheit aufzufassen sind. Bei den kurz vor dem Kriege errichteten Staubecken im Masurischen Seengebiet, wo an sich schon durch die sehr großen Seeflächen ein gleichmäßiger Abfluß stattfindet, haben die Staubecken einen Inhalt von 73 v. H. der durchschnittlichen Abflußmenge eines Jahres erhalten.

Vergleicht man mit dieser Forderung die vorhandenen Pläne, so ergibt sich das folgende: Die mittlere Abflußmenge der Saale bei Hohenwarthe beträgt etwa 500 Mill/cbm im Jahr. Wie groß sind demgegenüber die geplanten Becken?

Stollenplan = 157,7 Mill/cbm = 30 v. H. des Jahresabflusses;
Plan Kombination = 179,3 Mill/cbm = rund 40 v. H. des Jahresabflusses;
Plan des Reiches = rund 420 Mill/cbm = rund 84 v. H. des Jahresabflusses.

Wir erkennen, daß die ersteren beiden Pläne jenem Erfahrungssatz des Betriebes keineswegs entsprechen und das vorhandene Wasser nicht voll ausnutzen. Der Stauinhalt der Reichssperren entspricht dieser Forderung am besten und scheint aus jener Erfahrung hergeleitet zu sein.

Günstige örtliche Vorbedingungen für eine große Wasserwirtschaft im Saaletale und wirtschaftliche Vorteile großer Staubecken.

Solche Möglichkeiten, wie sie das obere Saaletal für Wasseraufspeicherungen großen Stiles gibt, sind in Deutschland nach den orographischen Verhältnissen und der Bebauung nur wenige vorhanden, und da sollte man zugreifen und eine von der Natur gebotene Gabe voll ausnutzen. Das Tal auf dieser Flußstrecke ist verhältnismäßig wenig besiedelt. Der Eingriff in bestehende Verhältnisse, die Zerstörung von Gehöften, die Beseitigung von Triebwerken, Brücken u. a. m. ist allerdings notwendig, so sehr dies an sich bedauerlich ist, aber die Ueberstauung solcher Anlagen und von kulturfähigem Acker- und Wiesenlande ist in keinem größeren Umfange nötig, als dies bei anderen Unternehmungen dieser Art der Fall gewesen ist. Bei dem am weitgehendsten Plane des Reiches betragen die Kosten für Grunderwerb und Entschädigungen etwa 25 v. H. Es ist dies nach der Erfahrung ein üblicher Satz.

Diese gesamte Sachlage drängt hiernach zu der Warnung, die Staubecken im Saaletale zu klein anzulegen und zwar um so mehr, als erfahrungsmäßig die großen Sammelbecken auf die Einheit bezogen sich stets als billiger und wirtschaftlicher erwiesen haben, als kleine Anlagen. Es liegt kein Grund vor, zu bezweifeln, daß das aufgespeicherte Wasser nicht im vollen Umfange nutzbar gemacht werden könnte und damit ergibt sich seine Wirtschaftlichkeit.

Die Einheitskosten für den Stauraum errechnen sich für die Reichssperren auf rund 0,6 M/cbm; für die Straubelschen Sperren auf rund 0,7 M/cbm und für das Kombinationsprojekt auf rund 0,8 M/cbm.

Diese Preise sind nach dem Stande vom August 1921 berechnet und müssen für diese Zeit bei der damals schon stark vorgeschrittenen Geldentwertung als sehr mäßig bezeichnet werden, da sich vor dem Kriege die Kosten für 1 cbm Stauraum im Mittel der deutschen Anlagen auf rund 0,40 M/cbm stellten.

Der Stollenbau — ein grundsätzlich richtiger Gedanke im Wasserkraftbau. Seine Nachteile im vorliegenden Falle.

Der Vorschlag der Stollenumleitung, um hohe Nutzgefälle zu erschließen, ist an und für sich gesund und gut und hat im Wasserkraftausbau vielfach dort mit Vorteil Anwendung gefunden, wo Täler in Frage kamen, die keine große Bevölkerung aufwiesen und auch kulturell nicht von großer Bedeutung waren. Es wird dadurch vor allem durch das hohe, im Verhältnis wenig wechselnde Gefälle eine ziemlich gleichmäßige Kraft gewonnen, was für die Industrie wichtig ist. Aber man darf eine solche Idee nicht immer und in jedem Falle für anwendbar halten, wo die örtlichen Geländeverhältnisse technisch die Möglichkeit dazu bieten. Dieser Stollen-Plan überträgt den grundsätzlich richtigen Gedanken auf ein viele Jahrhunderte altes Kulturtal, das dadurch in seinem Bestande und in seiner Zukunftsentwicklung durchaus gefährdet wird. Das ist leider eine große Schwäche dieses an sich schätzenswerten Planes.

Großkraftwirtschaft und Kleinwasserkräfte.

Auf der Strecke Ziegenrück-Orlamünde lassen sich fast dieselben Kräfte, nur in anderer Form, in vielen kleinen Einzelanlagen verteilt, erschließen. Bei den zusammengefaßten Tunnelgefällen werden an zwei Stellen große Kräfte erschlossen. Aber wem kommen diese neugewonnenen Energien zugute? Sie werden mit hochgespanntem Strom fernab geleitet und Betrieben und Fabrikationszweigen oder einer Bevölkerung für Kraft und Licht zugeführt werden, die weitab vom Saaletale wohnt. Es kann nicht geleugnet werden, daß die ansässige Bevölkerung vor allen anderen ein natürliches Anrecht hat an die an ihren Flüssen gewinnbaren Kräfte und an allen sonstigen Nutzwirkungen und Belangen, die hier obwalten. Die volkswirtschaftliche Bedeutung und die Notwendigkeit des Schutzes und Ausbaues der Kleinwasserkräfte wird heute überall anerkannt.

Kraftwirtschaft und Schiffahrt.

Der Stollenentwurf verfolgt, wie bemerkt, vor allem den Gedanken der Kraftgewinnung, die beiden anderen Pläne ziehen ihre Nutzzwecke weiter und dehnen sie gleichzeitig aus auf Kraft und Schiffahrt. Das sind die beiden großen Gebiete der neuzeitlichen Wasserwirtschaft. Hand in Hand kann damit der Landwirtschaft, der Trinkwasserversorgung, der Verbesserung der Vorflut und dem Hochwasserschutz gedient werden. Der Ausspruch, daß die Sonderinteressen einzelner Gruppen hinter die deutschen allgemeinen Interessen zurücktreten müssen, ist im höchsten Maße zu begrüßen und gebietet, den Gedanken zu verfolgen, bei dem in erster Linie jene großen Belange gewahrt werden, in Sonderheit, wenn daneben auch noch die Einzelwünsche gefördert werden können. Diesem von den Reichsentwürfen gekennzeichnetem Wege ist die Miller'sche Kombination gefolgt, indem sie die Stollenumleitung fallen läßt.

Die Schiffahrt muß neben der Kraftgewinnung als gleichberechtigter, in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung ebenbürtiger Faktor beachtet werden. Es steht mit dem Bestreben

[1]) s. hierüber Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1923 S. 63.

Digitized by Google

einer wirtschaftlichen Ausgleichung nicht in Einklang, die Höchstleistung an Kraft zu berechnen, die sich bei einseitig energiewirtschaftlichen Grundsätzen ergibt und dann die Forderung zu stellen, daß eine Rücksichtnahme uaf die Belange der Schiffahrt, also ein entsprechendes Ablassen von Zuschußwasser aus den Sperren, geldliche Gegenleistungen zugunsten der Kraftwirtschaft zufolge dieses Umstandes bedinge. Die Verbesserung der Schiffahrt in der Elbe und Saale und die Verbindung mit dem Mittellandkanal wird, wie für die Allgemeinheit so auch Vorteile für die Wirtschaft Thüringens bringen. Es handelt sich um gleichwerte Forderungen der Kraftwirtschaft und Schiffahrt, und es muß ein Ausgleich gesucht und gefunden werden. Der Stollenplan ist für die Schiffahrt neben unzureichendem Wasserausgleich auch insofern ungünstig, als der Kraft- und Lichtbedarf im Elektrizitätsbetriebe, vor allem in den Wintermonaten seinen Höhepunkt erreicht, während die Schiffahrt im Sommer das größte Verlangen nach Zuschußwasser hat. Kraft, Schiffahrt und allgemeine Landeskultur müssen mit dem gleichen Maßstab gemessen werden.

Die Belastung des Stollenplanes durch die Entschädigungsforderungen und seine wirtschaftliche Tragfähigkeit

Sein eigentlicher Gewinn besteht noch nicht in einem Drittel des Nutzgefälles im Saalebogen, denn er beträgt nur 19—22 m. Der Kraftgewinn ergibt sich aus diesem Mehr an Nutzgefälle und der Betriebswassermenge von 14,7 cbm/sec, d. s. $10 \cdot 14{,}7 \cdot 22 = 3234$ PS, die selbst bei vollster Ausnutzung einen Gleichwert an Kohlenersparnis von etwa $8760 : 3234 : 2 : 0{,}6 =$ rund 34 Mill. Mark darstellen. Dieser Kraftgewinn und sein Wert müssen alle Entschädigangsforderungen usw. decken. Hier am Umleitungsstollen sollen erst neue Werke mit großem Geldaufwande unter den heutigen schwierigen Verhältnissen errichtet werden, während im Saalebogen in den vorhandenen Triebwerken große Geldmittel angelegt sind, zum Teil ganz neu, die mehr oder minder nutzlos brach gelegt werden würden, während die Zuführung von Zuschußwasser nach dem Reichs- oder Kombinationsplan einer zukünftigen günstigen Entwicklung der kleinen Kraftwerke den Boden bereiten würde. Diese Vernichtung oder Herabminderung bestehender Werte verdient die allergrößte Beachtung. Unter der Wucht dieser Entschädigungsansprüche dürfte die Einträglichkeit des Stollenplanes durchaus in Frage gestellt sein.

Die Versorgung von Pößneck und anderer Gemeinden der Höhe mit Gebrauchswasser für die Industrie.

Die Saaleinteressenten verschließen sich der Einsicht nicht, von dem Vorteil, der ihnen aus dem Bau der Talsperren nach dem Kombinationsplane oder noch besser nach den Reichsplänen erwachsen würde. Aber sie sind auch nicht abgeneigt, um das große wasserwirtschaftliche Unternehmen zu fördern, entgegenzukommen, und der Stadt Pößneck zur Versorgung mit Gebrauchswasser für die Industrie zu helfen. Sie würden demnach bereit sein, keinen Einspruch zu erheben, wenn aus den Staubecken Gebrauchswasser nach Pößneck in der einen oder anderen Art bis zu einer jährlichen Höchstmenge von 2 000 000 cbm umgeleitet werden würde, so daß das Industriegebiet von Pößneck in keiner Weise schlechter gestellt wäre, wie bei der Ausführung des Straubel'schen Planes. Auch der Gesamtbedarf einschließlich Abgabe an die kleinen Höhenorte und des Kraftwassers zum Heben des Wassers über die trennende Wasserscheide mit zusammen etwa 21 000 000 Kubikmeter jährlich würde nicht beanstandet werden, sodaß wesentliche Betriebskosten an Kohlen erspart werden würden. Die entstehenden Baukosten und der Betrieb würden von den Nutznießern dieses Wassers zu decken sein.

Schlußzusammenfassung.

Wir erkennen aus allen vorstehenden Darlegungen, welche bedeutsamen Belange nach jeder Richtung hin an der oberen und mittleren Saale mit einer Neuregelung der Wasserverhältnisse durch Talsperren verbunden sind, und es kann nur der Wunsch allseitig bestehen, daß die Bestrebungen zu einem vollen Erfolge führen. Bei allen Aufrechnungen, insbesondere auch solchen der Kraftwirtschaft, sollte man indes nicht in allzu peinlicher Weise die Einträglichkeitsermittelungen aufstellen, weil die Voraussetzungen für alle solche Zahlenrechnungen sich mit den Zeitumständen schnell ändern können.

In letzter Linie steht bei dem Vergleich des Stollenplanes mit den Entwürfen des Reiches die Frage zur Beurteilung: soll einseitiger Kraft- und Geldgewinn vorherrschen oder soll allgemeine Wasser- und Kulturwirtschaft auf breiter Grundlage betrieben werden durch Förderung aller in Betracht kommenden Interessen des Saale- und Elbetales. Zwar ist Kohlenersparnis und unmittelbare schnelle Geldeinnahme durch Schaffung großer Kraftwerke mit ihren greifbaren Ergebnissen in heutiger Zeit lockender wie je, und das könnte die Wagschale der Stollenidee zuneigen. Demgegenüber stehen aber die großen, auch geldlich erdrückenden Schädigungen im Saalebogen bei Ausführung des Stollenplanes und dann die wirtschaftlichen Vorteile für die Schiffahrt, Trinkwasserversorgung, Vorflut, die Landwirtschaft, die Triebwerke, den Hochwasserschutz u. a. m., falls das größere Talsperrensystem ausgebaut wird.

Rundschau

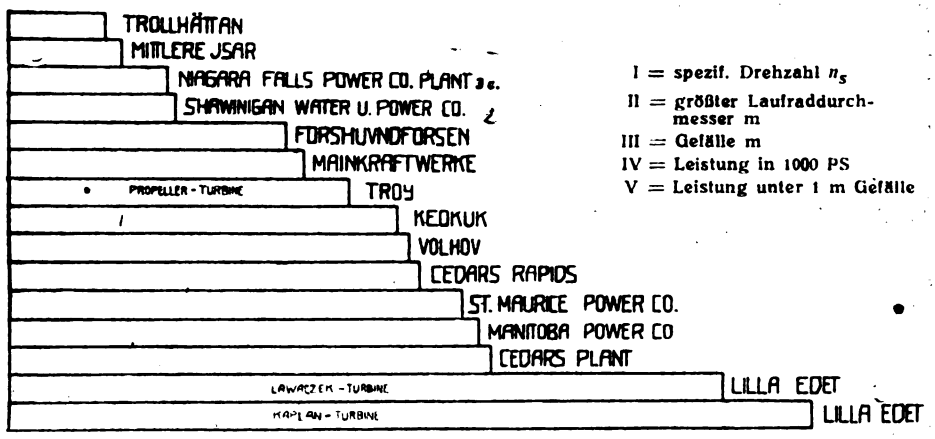
Wasserkraftmaschinen.

Die „stärksten" und „größten" Turbinen. Diese Schlagworte werden von vielen Seiten — besonders Amerika tut sich da hervor — für ihre Erzeugnisse zum Beweis der Leistungsfähigkeit der Werkstätten wie als Propaganda für die betreffenden Turbinenarten verwendet und sicher auch von vielen Seiten geglaubt. „Stärkste" und „größte" Turbine ist nicht das Gleiche, die Größe wird nicht von der Leistung allein bestimmt, sondern auch vom Gefälle und daneben noch vom System. Die „Größe" einer Turbine findet ihren besten Ausdruck im Laufraddurchmesser D_1 zu welchem alle anderen Abmessungen in einem gewissen Verhältnis stehen, und dieser wächst mit der Wurzel aus der Leistung $\left(\sqrt[4]{N}\right)$ und nimmt ab mit dem Gefälle H im Verhältnis $\sqrt[4]{H^3}$; wenn also mit c eine konstante Kennziffer bezeichnet wird, so ist $D_1 = c \cdot \frac{\sqrt[4]{N}}{\sqrt[4]{H^3}}$. Die Leistung einer Turbine ändert sich bekanntlich mit $\sqrt{H^3}$, so daß irgendeine Turbine, die unter einem Gefälle von H Metern N PS leistet, unter 1 m Gefälle nur mehr $N_I = \frac{N}{\sqrt{H^3}}$ PS erbringt.

Man muß daher zu Vergleichszwecken die Leistungen der zu vergleichenden Turbinen auf gleiches Gefälle, am einfachsten auf $H = 1$ m, reduzieren und wenn man in der oben angegebenen Gleichung für den Durchmesser D_1 die Leistung N_I bei 1 m Gefälle einsetzt, ergibt sich die Beziehung: $D_1 = c \cdot \sqrt{N_I}$, d. h. die Größe einer Turbine ist bestimmt durch ihre Leistung in 1 m Gefälle; die verschiedenen Bauarten und Schaufelsysteme spielen natürlich mit eine Rolle. Innerhalb eines bestimmten Systems (z. B. Francisturbine oder Propellerturbine) ist aber die Größe zugleich ein Maß für die auf 1 m Gefälle reduzierte Leistung, die Turbine größter Einheitsleistung (1 m-Leistung) ist zugleich auch die größte in ihren Maßen. Jene Turbine, welche bei gleicher Einheitsleistung den geringeren Durchmesser hat, ist — gleichen Wirkungsgrad und sonst gleiche Eignung

Digitized by Google

I	II	III	IV	V
		29,7	13,2	81,5
32,2	3,08	26,0	12,7	95,8
		65,1	70	134
		44,3	41	140
396	4,10	10,3	7,7	234
380	4,50	1,8	0,6	248
675	4,0	4,0	2,25	280
		9,77	10	329,5
425	4,03	10,5	11,5	339
		9,92	10,8	347
		18,3	30	384
		17,1	28	348
		9,15	11,3	410
6[illegible]	,00	6,5	10	604
640	5,80	6,5	11,2	676



vorausgesetzt — die wirtschaftlichere und daher vollkommenere, da sie den geringeren Materialaufwand bedingt.

Ein anschauliches Vergleichsbild über die stärksten Turbinen und insbesondere über die amerikanischen Behauptungen nach dieser Richtung hin gewährt die Abb. 1. Sie zeigt im oberen Teil die auf 1 m Gefälle reduzierten Leistungen der bekannt gewordenen außergewöhnlich großen Turbinen, woraus ersichtlich ist, daß Amerika hinsichtlich der Francisturbinen Europa nicht viel überragt und — was von besonderem Interesse sein mag — alle bisherigen Großturbinen auch Amerikas weit überholt werden durch die neuesten schwedischen Propellerturbinenbauarten nach den Entwicklungen von Kaplan und Lawaczek. Die Kaplanturbine ist derzeit die stärkste ausgeführte Turbine mit trotzdem noch etwas geringerem Durchmesser als die um rund 10 Proz. schwächere Lawaczekturbine und erst im Abstand von weiteren rund 30 Proz. beginnen die stärksten Francisturbinen. Die von den Amerikanern als bedeutendes Werk betrachtete Kaplanturbinenimitation von Troy liegt demgegenüber noch erheblich unter den großen europäischen Francisturbinen und fast 60 Prozent unter der größten Turbine Europas, welche Verkstaden, Kristineham, zum Hersteller hat. —

Die neuen Konstruktionen hoher Schnelläufer gestatten trotz der Leistungssteigerung eine verhältnismäßige Verringerung der Abmessungen; haben doch z. B. die Francislaufräder für Volhov von 339 PS 1-m-Leistung 5030 mm Durchmesser gegen nur 5800 mm der fast genau doppelt so starken Kaplanturbine für Lilla Edet.

Diese Vergleiche bestätigen auch recht einleuchtend, was V. Graf in Z. d. V. d. I., 1923, H. 37, S. 908, über die amerikanische Selbstüberhebung auf diesem Gebiet sagt. Rdl.

Wasserkraftanlagen

Verbindung von Kleinkräften mit großen Netzen. Einer der vielen Beweise dafür, wie unzutreffend die Behauptung ist, daß der Anschluß von kleinen Kräften an große Netze betriebserschwerend und unsicher sei, ist in den Anlagen der Newag (Niederösterr. Elektrizitätswirtschafts-A.G.) geboten. Das alte Wasserkraftwerk Wienerbruck (1907) erhält sein Betriebswasser unter 160—170 m Gefälle aus 2 Stauweihern der Lassing und der Erlauf mit zusammen 2 Millionen m³ über Stollen von 1,5 km bezw. 2,2 km Länge in getrennte, aber durch eine absperrbare Verbindung zusammenhängende Wasserschlösser so, daß das Ueberschußwasser des Lassingbaches durch diese Verbindung und den Erlaufstollen im Erlaufspeicher mit gesammelt werden kann. Zwei Rohrleitungen von 900 bezw. 1100 mm l. W. speisen mit max. 3,2 m³/sec zwei Löffelräder von je 1000 PS, bezw. eine solche Turbine von 1000 PS und eine von 2000 PS, alle für 375 Umdr., sowie eine Reserve-Erregerturbine von 48 PS. Die Turbinen sind mit Drehstromgeneratoren von je 6500 V und 25 Per. gekuppelt, welche je nach Schaltung Drehstrom oder Einphasenstrom abgeben können. Mit Rücksicht auf die gleichzeitige Versorgung der elektrischen Bahnstrecke St. Pölten—Mariazell, welche Einphasenstrom niedriger Frequenz verlangte, und der Umgebung für Industriekraft und Licht mit einer sonst 48—50 betragenden Periodenzahl wählte man hier den im Interesse der Billigkeit liegenden Ausweg, sich mit 25 Perioden zu behelfen und daher Bahn und Ueberlandnetz mit den gleichen Generatoren und Transformatoren speisen zu können, welche nur jeweils auf die Drehstrom- oder Einphasen-Sammelschienen geschaltet werden. — Das als Reserve seinerzeit in St. Pölten erbaute Dieselmotorenwerk ist ebenso eingerichtet und enthält 2 Sechszylindermotoren von je 1000 PS und einen Vierzylindermotor von 800 PS mit gekuppelten Generatoren für 25 Per.; der Letztere treibt neuerlich noch mit Riemen einen weiteren Drehstromgenerator für 50 Perioden an, der an die neuen Netzteile der Newag angeschlossen ist. Von den beiden Maschinen des 800 PS — 420 kVA-Satzes kann nach Bedarf die eine als Motor, die andere als Generator arbeiten, so daß der Leistungsüberschuß des 50-periodigen Netzes in das alte 25-Perioden-Netz übergeführt werden kann und umgekehrt. — Unter dem Kraftwerk Wienerbruck ist das Werk Erlaufboden im Bau, für welches das Unterwasser von Wienerbruck (Lassing und Erlauf) nach Einfluß des Oetscherbaches in einem weiteren Staubecken gesammelt wird mit einem Einzugsgebiet von zus. 115 km². Ein 3,6 km langer Druckstollen von 2,5 m² Querschnitt führt zum Wasserschloß, von welchem eine Rohrleitung von 1500 mm Durchm. für max. 6 m³/sec unter einem Gefälle von 80 m drei Spiralturbinen speist, deren zwei mit Drehstromgeneratoren von je 2000 kVA und 50 Per. bei 750 Umdr. gekuppelt sind, wogegen die dritte zwei Drehstromgeneratoren von je 1500 kVA antreibt, deren einer 25 Per., der andere jedoch 50 Per. liefert. Der letztere Maschinensatz dient neben der gleichzeitigen Erzeugungsmöglichkeit beider Stromarten auch bei geschlossener leer mitlaufender Turbine als Frequenzwandler zur Verbindung beider Netze. —

Von Interesse ist eine neuartige Kraftwerksform, wie sie in den beiden am Kehrbach hintereinander liegenden Kraftwerken Föhrenwald und Brunnenfeld (1920—22) ausgeführt wurde. Der Kehrbach zweigt unterhalb Neunkirchen von der Schwarza ab und mündet nach 17,5 km langem Lauf nordöstlich durch das Steinfeld unterhalb Wr.-Neustadt in die Fischa. Das Terrain ist mäßig fallender Heideboden, der erhebliche Aufschüttungen erfordert hatte. Ein nur 440 m langer Oberwasserkanal schließt mit einem aus Stampfbeton erstellten Einlaufbauwerk mit Grundablaß, Eisschütze, Sandablaß und Leerlauf zum alten Kehrbachbett sowie Rohreinlaufschütze ab; daran schließt sich ein Eisenbetondruckrohr von 2,30 m Durchm. und einer von 16 auf 22 cm zunehmenden Wandstärke für 8 m³/sec Durchflußmenge an. Das **Rohr ist 1 Meter unter Terrain verlegt und unter Anpassung** an die örtlichen Verhältnisse außerordentlich einfach hergestellt: das ganze Terrain besteht aus bestem unmittelbar unter einer dünnen Humusdecke liegenden Betonschotter, aus welchem nach Aushub des Rohrgrabens und Herstellung der Schalung und Bewehrung aus inneren und äußeren Rundeiseneinlagen sowie Längseisen das 1700 m lange Druckrohr auf einer Schale aus Portlandzement-

Digitized by Google

Stampfbeton betoniert ist. Im Inneren ist das durch die Herstellungsart bereits glatt geratene Rohr unverputzt und nur wasserdicht gestrichen. Mit dem übrig bleibenden Schottermaterial wird sodann der Rohrgraben wieder zugefüllt und reicht der Aushubrest dazu eben aus. Die Anlage nützt einschließlich ihres 570 m langen mit Beton ausgekleideten Untergrabens 15 m Gefälle aus und enthält zwei Francis-Doppelturbinen von je 624 PS Leistung bei 576 Umdr., gekuppelt mit Drehstromgeneratoren von 600 kVA Leistung bei 48 Per., 5500 V. Das Werk ist mit Rücksicht darauf, daß das Betondruckrohr eine selbsttätige Geschwindigkeitsregulierung üblicher Anordnung wegen der Druckschwankungen verbot und auch nur der Zweck eines Grundbelastungswerkes zu erfüllen war, nur mit langsam von Hand zu betätigenden Abschlußvorrichtungen für die Turbinen sowie mit einem handgesteuerten Nebenauslaß zu jeder Turbine in der Verlängerung des Druckrohres mit Doppelklappe und Energievernichter versehen; außerdem sind die Maschinen für die Durchgehdrehzahl bemessen und treibt außerdem noch jede Turbine mit Riemen das Pendel eines elektrischen Widerstandsreglers an. Es ist also mit billigsten baulichen Mitteln unter möglichster Einschränkung von Eisen zugunsten des am Ort gewonnenen Betonmaterials — auch die Turbinenkessel bestehen aus Beton — und einfachster Disposition (eine noch weitergehende Vereinfachung hätte die Fortlassung der Widerstandsregler und Anwendung der Saugrohrbelüftung ergeben. D. Berichter) der Typus eines Laufwerkes geschaffen, der in der zweiten Kraftstufe Brunnenfeld sich in ähnlicher Weise wiederholt. Der 800 m lange Obergraben schließt an den Untergraben von Föhrenwald unmittelbar an, die Eisenbetondruckleitung ist 1600 m lang. Die Maschinenausrüstung besteht hier bei 15 m Gefälle aus zwei Francis-Zwillingsturbinen mit zwischengekuppeltem Drehstromgenerator von 1000 kVA, 5000 V. Die Regulierung nur von Hand für lange Schlußzeit mit Nebenauslaß ist wie vorher beschrieben.

Insgesamt arbeiten in die z. T. durch Frequenz-Umformer, z. T. durch 60 kV-Verbindungsleitungen zu einem Ganzen zusammengeschlossenen Netzteile der Newag folgende einzelnen Kraftwerke:

Kraftwerk		im Betrieb kVA	im Bau kVA	Perioden
St. Pölten	D.	1680	—	25 u. 50
Wienerbruck	Wr.	5290	—	25
Erlaufboden	Wr.	—	3600	25 u. 50
Herzogenburg, 7 Werke,	Wr.	zus. 500	—	50
Oberndorf	Wr.	—	900	50
Stollhofen	Wr.	200	—	50
Wiener-Neustadt	D.	1000	—	48
Mirawerk	Wr.	640	—	48
Föhrenwald	Wr.	1000	—	48
Brunnenfeld	Wr.	—	1000	48
Ungarfeld	Wr.	480	—	48
Heidemühl	Wr.	90	—	48

(D. = Dieselmotoren, Wr. = Wasserkraft)

Zu bemerken ist hiezu, daß das Wr.-Neustädter 48-periodige Netz weiterhin mit 50 Perioden betrieben werden wird, was ja mit Rücksicht auf die nur 4 Prozent Geschwindigkeitsunterschied weder für die Kraftwerke (Turbinenregler) noch für die Motoren der Stromabnehmer von Einfluß ist, um die Verbindung zwischen dem Wr.-Neustädter Netz und dem St. Pöltener Netz herzustellen.

Die 7 Herzogenburger Werke entsprangen dem Bestreben der Traisentaler Elektrizitätswerke Genossenschaft (Tega), gleich nach Kriegsende eine Eigenversorgung der Gegend an der unteren Traisen herbeizuführen.

Zur tunlichsten Beschleunigung dieser Versorgung werden in 7 bereits bestehenden Triebwerken zur Ausnutzung deren Ueberschußkraft seitens der Tega Generatoren von 50 bis 200 PS Kraftaufnahme eingebaut, u. z. in den vier größeren Anlagen Synchrongeneratoren, in den drei übrigen Asynchrongeneratoren. Alle Maschinen werden mit Riemen angetrieben, laufen mit 1000 Umdr. und liefern 380/220 V bei 50 Per. Jede Anlage enthält noch die übliche Schaltanlage, einen der Generatorleistung entsprechenden Transformator für 380/220/20 000 V sowie Oelschalter und Hörner-Ueberspannungsschutz für die Ringleitung, welche von der Tega begonnen und von der Newag unter Einbeziehung in ihr Gesamtnetz ausgebaut wurde. Es ist beabsichtigt, die kleinsten dieser Hilfskraftwerke außer Betrieb zu setzen, sobald die Kraftwerke Erlaufboden und Oberndorf in Betrieb kommen. Die Einrichtungen werden aber nicht abgebaut werden, vielmehr in den Besitz der Betriebe übergehen, in welche sie eingebaut wurden, und werden dann wohl als Eigenanlagen mit Reserveanschluß an das Newag-Netz weiterbetrieben werden. (Die Newag, ihr Werden, ihre Kraftwerke, ihr Leitungsnetz und ihre Zukunftspläne, von Ing. Kurzel-Runtscheiner; Straßer, Die Newag, E. u. M. 1922, H. 50, S. 581 bis 585). Rdl.

Wasserrecht

Entschädigung nach Billigkeit im Preuß. Wassergesetz. In dem Preuß. Wassergesetz vom 7. April 1913 ist in dem § 40, 41, 159 Abs. 2 Entschädigung nur nach Billigkeit gewährt, oder wie es im Gesetz heißt, soweit die Billigkeit nach den Umständen eine Schadloshaltung erfordert. Was im einzelnen Fall noch als billige Entschädigung zu erachten ist, darüber hat sich eine Rechtsprechung noch nicht gebildet. In meinem Leitfaden des Preuß. Wassergesetzes habe ich Seite 86 die Entschädigung nach Billigkeit dahin gedeutet, daß diejenige Entschädigung zu gewähren ist, welche sich ergibt, wenn man von den verschiedenen Rechnungsarten und Rechnungsmöglichkeiten diejenige angemessene nimmt, welche den geringsten Betrag ergibt, d. h. es soll grundsätzlich volle Entschädigung gewährt werden, aber nicht nach hohen Preisen, sondern nach billigen Preisen und nach billiger Berechnungsart. Jeder andere Maßstab artet in Willkür aus. Wohl zu einem gleichen Ergebnis gelangt das Kammergericht in seiner Entscheidung vom 25. September 1923, Aktenzeichen: 2. U. 13719/23, worin es folgendes ausgeführt hat:

„Wenn in § 200 Absatz 2 des Wassergesetzes bestimmt wird, daß insofern Schadenersatz zu leisten ist, als die Billigkeit nach den Umständen eine Entschädigung erfordert, so hat damit allerdings eine Einschränkung der Schadenersatzpflicht gegenüber der Schadenersatzpflicht nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch erfolgen sollen. Damit ist aber weder gesagt, daß der Ersatz für ganz unvorhergesehene Schäden ausgeschlossen sei (Kommissionsbericht des Abgeordnetenhauses S. 308), noch daß der Richter bei der Beurteilung des ganzen Sachverhalts namentlich des Kausalzusammenhanges wesentlich freier gestellt sein soll als in anderen Fällen (Begründung des Entwurfs Seite 98, 99 Kommissionsbericht des Abgeordnetenhauses Seite 100, 308), noch daß geringfügige Schäden nicht zu ersetzen sind, wofür § 41 Absatz 1 und § 50 Absatz 1 allgemeine, nicht nur für Grundwasserschäden geltende Bestimmungen gegeben sind, vielmehr im wesentlichen eine weitergehende Vorteilsanrechnung gemeint (Begründung Seite 99 Kommissionsbericht des Abgeordnetenhauses Seite 310). Während nach dem allgemeinen bürgerlichen Recht eine Vorteilsanrechnung für gewöhnlich nur dann stattfindet, wenn Vorteil und Schaden auf dasselbe Ereignis zurückzuführen sind, sind nach dem Wassergesetz sämtliche Vorteile, die das Unternehmen als Ganzes unmittelbar oder mittelbar für das geschädigte Grundstück zur Folge hat, in Anrechnung zu bringen (Holtz-Kreutz a. a. O. Band I Seite 322—324, Anm, 3 zu § 52, Band II Seite 34, Anm. 17 zu § 200). Die Beklagte scheint mit Bezug hierauf geltend machen zu wollen, daß durch die Wasserentziehung das Grundstück als Bauland geeigneter geworden sei. Das mag zutreffen, kann aber bei einem im Jahre 1915 in Betrieb genommenen Wasserwerk nicht wesentlich in Betracht kommen, da seit Beginn des Krieges die Bautätigkeit vollkommen darniederliegt und auch in absehbarer Zeit eine wesentliche Steigerung nicht zu erwarten hat. Die Verwertung des klägerischen Grundstückes als Bauland ist deshalb eine so fernliegende, daß dem insoweit erlangten Vorteil nur ein sehr geringfügiger Einfluß auf die Schadenansprüche des Klägers eingeräumt werden kann."

Digitized by Google

Diese Begründung des Kammergerichts dürfte wohl allgemein Anerkennung finden. Justizrat Dr. Baumert-Spandau.

Energieverteilung

Leitungsüberquerungen der Alpen. Die Entwicklung der Wasserkraft- und Elektrizitätswirtschaft ist gekennzeichnet durch die einheitliche Stromversorgung großer Gebiete, ganzer Länder, unter Zusammenschluß von Kraftwerken des verschiedenartigen Charakters (Tieflandflüsse mit dem Maximum der Leistungsabgabe im Frühjahr und Herbst, Gletscherflüsse mit dem Maximum im Sommer, Speicherwerke mit größter Heranziehung im Winter, Wärmekraftwerke für bedarfsweise Heranziehung). Die Verkuppelung dieser in verschiedenen Lagen befindlichen Werke erfordert umfangreiche Sammelnetze (Landes-Sammelschienen), wie sie z. B. im Bayernwerk, in der Schweizerischen Landessammelschiene gegeben sind, und macht auch nicht Halt vor den höchsten natürlichen Hindernissen, den Alpen. Während auf der einen Seite zur Elektrisierung der österreichischen Alpenbahnen die Ueberschreitung des Arlbergs in über 2000 m Höhe im Bau ist, in der Schweiz der Albulapaß und der Gemmipaß bereits überspannt sind, soll nun zur Energieübertragung vom Tessin nach Oberitalien auch der Gotthard durch eine Leitung überschritten werden. K.

Wasserkraftnutzung

Ausbau der Wasserkräfte in den Vereinigten Staaten. Nach einem Bericht der Federal Power Commission sind im letzten Jahre (bis 1. Nov. 1923) 317 Gesuche mit 12,5 Millionen PS Gesamtleistung um Bewilligung zum Ausbau von Wasserkraftanlagen vorgelegt worden, gegenüber 450 Gesuchen mit 33,5 Millionen Turbinen PS seit Bestehen des staatlichen Amtes. Im Bau waren 49 Projekte mit 2,3 Millionen PS, darunter an erster Stelle die große Anlage der Niagara Falls Power Co. mit 600 000 PS Ausbauleistung und 70 000 PS Einheiten, sodann die großen kalifornischen Anlagen, deren größte die Big Creek-Anlage der Southern California Electric Power Co. mit 550 000 PS Ausbauleistung ist. Gegenwärtig sind rund 12 Millionen PS an Wasserkräften ausgebaut oder im Ausbau begriffen. Nach einem weiteren Berichte sollen bis zum Jahre 1933 rund 14 Millionen PS an Wasserkräften ausgebaut werden, bei einer Gesamtleistung aller Kraftwerke von 38,5 Millionen PS und Energieabgabe von 126 Milliarden kWh (1923: 44 Milliarden kWh), wovon rund zwei Drittel durch Wasserkraft zu decken wären. Diese Annahme entspricht der seit Kriegsende erfolgten jährlichen Zunahme der Stromerzeugung. Die Länge sämtlicher Uebertragungsleitungen beträgt derzeit nahezu 150 000 km. Die Kosten der Erweiterungen für die nächsten zehn Jahre werden auf 6 Milliarden Dollar geschätzt. K.

Neues Wasserkraftprojekt in Amerika. In letzter Zeit wurde in Amerika die Ausnützung des Wasserfalles Muscle Shoals lebhaft erörtert, insbesondere in Verbindung mit einem Angebot von Mr. Henry Ford an die amerikanische Regierung, den Wasserfall und die zugehörigen Fabriken um einen bestimmten Preis und mit einer Konzessionszeit von 100 Jahren zu übernehmen. Muscle Shoals liegt im Tennessee-Fluß im nördlichen Alabama. Nach den vorliegenden Erhebungen soll er im ganzen für etwa 600 000 PS ausgebaut werden können. Während des Weltkrieges mußte die Frage aus finanziellen Gründen zurückgestellt werden, da die Kosten für die Errichtung der Anlagen auf 50 Mill. Dollar veranschlagt sind. Die neuerdings eingesetzten Bestrebungen lassen den Ausbau der Anlage mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit erscheinen.

Verschiedenes

Brände in elektrischen Betriebsräumen an Maschinen, Apparaten u. dgl. lassen sich nach den Erfahrungen, welche auch die A.E.G. im Betrieb ihrer Prüffelder — wo Maschinen- oder Oelbrände häufig vorkommen — gesammelt hat, mit Tetrachlorkohlenstoff sicher löschen. Diese farblose Flüssigkeit von chloroformähnlichem Geruch und vorzüglicher Löschwirkung, die erst bei —25 Grad Celsius gefriert, ist schon seit 1881 als Löschmittel bekannt und hat den Vorzug, auch bei höchsten Spannungen völlig nichtleitend zu bleiben, also den Löschenden nicht zu gefährden. Nach den Ergebnissen an bisher über 30 Brandfällen auf den Versuchsständen der A.E.G., wobei in keinem Falle mehr als 2 l zur völligen Ablöschung verbraucht wurden, kommen die „A.E.G.-Mitteilungen" 1923, H. 9, S. 289, zu dem Ergebnis, daß Tetrachlorkohlenstoff ein vorzügliches und ungefährliches Löschmittel auch gegen Benzin, Benzol, Oele u. dgl. ist, wobei es möglichst nicht in geschlossenen engen Räumen, Kellerräumen u. dergl. verwendet werden sollte. K.

Erste deutsche Eisenbetontalsperre. Im badischen Schwarzwald wurde im Auftrag der Stadt Vöhrenbach durch Dr. ing. Maier-Karlsruhe eine Wasserkraftanlage errichtet, die in Fachkreisen deshalb besondere Aufmerksamkeit gefunden hat, weil zum ersten Male in Deutschland die Sperrmauer aus Eisenbeton in aufgelöster Bauweise hergestellt worden ist. Die Eisenbetonmauer ist 145 m lang und 25 m hoch und brauchte nach den Berichten nur den fünften Teil Beton, konnte in weit kürzerer Zeit errichtet werden und stellten sich die Kosten nur etwa auf die Hälfte wie bei einer der bekannten Vollmauern. Das Staubecken der Sperre liegt in dem engen Tale des Flüßchens Linach im oberen Donaugebiet und beträgt das Gefälle 80 m bei rund 2 km Entfernung. Man gewinnt 380sec/l Wasser und kann die Jahresleistung auf 3 Millionen Kilowattstunden gesteigert werden. Das Wasser fließt durch einen 340 m langen Stollen und eine 1650 m lange Hangrohrleitung nach dem Wasserschloß, das durch eine Fallrohrleitung von 234 m Länge mit dem Kraftwerk verbunden ist. Die für die Rohrleitung erforderlichen Großarmaturen und zwar: zwei Drosselklappen von 900 und 1000 mm l. W., die gleichzeitig als Rohrbruchautomaten wirken, und einem Talsperrenschieber von 1000 m l. W., ferner einen Venturi-Partial-Wassermesser von 1000 mm l. W. mit einem Registrierapparat zum Aufzeichnen der momentanen Durchflußmenge auf ablaufende Registrierstreifen wurden von dem bekannten Armaturenwerk Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof, geliefert und eingebaut.

Diese Firma hat auch für das Riesenkraftwerk am Walchensee in Bayern 8 Stahlguß-Absperrdrosselklappen von je 2250 mm l. W. für Handantrieb und als Rohrbruchautomaten wirkend, nebst einer kompletten Oeldruckerzeugungsanlage ausgeführt; ebenso die Großabsperrorgane für die in der letzten Zeit ausgebauten Wasserkraftanlagen in Schio (Italien), Bilbao (Spanien), Mudenheim, Bräunlingen, Ueberlingen, Gampadelswerk (Vorarlberg), Goldentraum, Klardorf, Ravensburg, Murgwerkausbau usw. Bdt.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserversorgung. Einiges über Hauswasserversorgungsanlagen. Von Ing. A. Schacht der S.S.W. „Siemens Zeitschr." 1923, Heft 10, S. 454—456. 1 Abb. (Beantwortung einiger Fragen über die Wasserversorgung mit Druckwindkessel und elektrischer Druckschaltung.)

— Speicherung und Verteilung von Wasser. „Engineering" 1923, Nr. 3001/02, S. 27—32 und 61 bis 65. 13 Abb. (Angaben über Regelung des Ausflusses gestauter Wassermengen, umlegbare Dämme, Schützenwehre für hohes Gefälle, neue Einrichtungen zur Regelung und Messung der Wasserführung in Rohrleitungen.)

Wasserkraftanlagen. Das Alzkraftwerk, seine architektonische Gestaltung am Aeußern und im Innern. Von Dr. Ing. G. Steinlein, München. „Bauztg." 1923, Nr. 20, S. 153—155, 7 Abb. (Beschreibung der architektonischen Ausbildung.)

— Große amerikanische Niederdruckanlage mit Flügelradturbinen. „V. D. I." 1923, Nr. 47/48, S. 1036 (nach „Power" 22, 5. 1923), 3 Abb. (Beschreibung des maschinellen Teils der im Juni 1922 bei Troy am Hudson in Betrieb genommenen Anlage, die hinsicht-

Digitized by Google

lich Größe und Aufbau besonders bemerkenswert ist, wobei die Turbine jedoch nur eine Kaplanturbine in ihrer ersten Form mit festen Laufradschaufeln darstellt.)

— Kraftverket vid Lilla Edet (das Kraftwerk bei Lilla Edet). Von A. Ekwall. „Teknisk Tidskrift" (Stockholm), 1923, H. 47 (Väg- u. Vattenbyggnadskonst 11), S. 165 bis 170, 13 Abb. (Kurze Beschreibung der Gesamtanlage des im Bau befindlichen Großkraftwerkes.) — Wir werden dasselbe an Hand des Buches der königl. Schwed. Wasserfallverwaltung „Statens Kraftverket vid Lilla Edet" noch eingehend beschreiben. D. Schriftltg.

Wasserbau. Wassermessung mit Stauändern. „V. D. I." 1923, Nr. 38, S. 935—936, nach einer Veröffentlichung der Universität Illinois U.S.A. (Ergebnisse von Untersuchungen der Strömung von Wasser im kreisrunden Rohr durch einen Staurand.)

— Ueber die Inanspruchnahme von Druckstollenauskleidungen. Von Dr. L. Mühlhofer, Innsbruck. „Bauing." 192, Heft 18, S. 509—516 mit 2 Tabellen. (Aufstellung von Gleichungen für die in der Auskleidung der Druckstollen auftretenden Spannungen und Erörterung der Ergebnisse an Hand von Zahlenbeispielen.)

— Der Widerstand von Pfahlböcken. Von Dr. Ing. H. Dörr, Karlsruhe. „Der Bauing.", 1923, Heft 21, S. 577—581, 6 Abb. (Nachprüfung der von Prof. Möller durchgeführten Versuche an Pfählen. Einfluß der Neigung der Achse eines Pfahles auf die Größe der Tragfähigkeit desselben. Ableitung von Näherungsformeln für die Praxis.)

— Fortschritte des Grundwasserabsenkungsverfahrens, dargestellt an neueren Ausführungen. Von Reg.-Bmstr. Sichardt-Siemens-Bau-Union. „Der Bauing.", 1923, Heft 22, S. 599—607, 9 Abb. (Ueberblick über den heutigen Stand und die neuesten Erfahrungen.)

— Wasserbauliches Versuchswesen. „Bauzeitung", 1923, Nr. 19, S. 150. (Begründung der Notwendigkeit zur Errichtung einer Versuchsstation. Angabe von Problemen, die einer Aufklärung durch Versuche bedürfen.)

— Der Bau des Kraftwerkes Wäggital. 3. Die Anlagen im Rempenbecken. „Hoch- u. Tiefbau", 1923, H. 43, S. 358—361, 4 Abb. (Trebsenbachfassung, Aa-Korrektion, Wege-Verlegungen.)

— Das Gußbetonverfahren und seine Entwicklung während der letzten zehn Jahre in Deutschland. Von Dipl.-Ing. Sturm und cand. ing. Rank. „Beton und Eisen", 1923, Heft 20, S. 245—249, 7 Abb. (Darstellung der Entwicklung dieses Verfahrens und seiner Hilfsmittel, insbes. Misch-Transport- und Gießanlagen, an den Beispielen der beiden Großanlagen Töging (Innwerk) und Geestemünde; Vorzüge des Verfahrens, das aber nur bei größeren Objekten (über 4000 bis 5000 m³ Beton) wirtschaftlich ist.)

— Ueber das Druckstollenproblem, Entwicklung und gegenwärtiger Stand in Theorie und Praxis. Von Ing. Dr. Effenberger. „Zeitschrift d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver.", 1923, H. 42/43, S. 269 bis 280; 15 Abb. (Berechnungsart der Stollenauskleidung ohne willkürliche Annahmen über das Gebirge. Die verschiedenen Auskleidungsarten und die Versuche des Elektrisierungsamtes d. österr. Bundesbahnen sowie die Erfahrungen in der Schweiz. Der Spullerseestollen mit freiliegendem Druckrohr als wirtschaftlichste Lösung.)

— Geologische Bemerkungen zum Druckstollenproblem. Von Ampferer. „Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver.", 1923, H. 42/43, S. 283—285, 4 Abb. (Im Anschluß an die Erörterungen Mühlhofer-Posch Kritik der geologischen Voraussetzungen: die beim Stollenbau insbesondere mit brisanten Sprengmitteln verursachten Zertrümmerungszonen können auch ein an sich gut geeignetes Gebirge erheblich ungünstiger machen.)

— Die Staulinie. Von Ing. Franz. „Mitteilungen d. deutschen Ingenieurvereins in Mähren", 1923, Heft 10, S. 150—152. (Einfache Berechnung der Staukurve, der Geschwindigkeit in jedem Punkt der Staustrecke, der Stauhöhe in einem Punkt der Staustrecke, der freien Durchflußöffnung einer Brücke od. dgl. bei gegebenem höchstzulässigem Stau.)

— Ueber Seentemperaturen. Von Dipl.-Ing. Bachmann. „Schweizerische Wasserwirtschaft", 1923, H. 14, S. 312—317, 3 Abb. (Temperaturverhältnisse abhängig von der Jahreszeit, Tiefe und geographischen Lage; Vergleich verschiedener Seen, Tiefenströmungen.)

Wasserstraßen. Die Schiffshebewerke der M.A.N. Von Dr. Ing. M. Carstanjen. „Bauing.", 1923, Heft 19/20, S. 529—536. — Forts. folgt. — 10 Abb. (Besprechung der Entwürfe eines senkrechten Hebewerkes für Höhen bis zu 40 m und eines auf geneigter Ebene bewegten Schiffswagens für größere Höhen.)

Wasserkraftnutzung. Wärmespeicher in Verbindung mit Wasserkraftanlagen. Von F. Besser. „Zentralbl. d. Bauv.", 1923, Nr. 95/96, 3 Abb. (Beschreibung eines elektrisch heizbaren Dampfkessels, der als örtliche Reserve oder zum Ausgleich der Betriebsschwankungen bei Wasserkraftanlagen verwendet wird.)

— Die Wasserkräfte in Ontario. „Engineering", 1923 v. 16. 11., Nr. 3020, S. 613 ff. (Besprechung des Berichts der Wasserkraftkommission. — Gesamtwasserkräfte in Ontario 2 763 000 PS.)

Elektroheizung. Der Fortschritt der elektrischen Heiztechnik im letzten Jahrzehnt. Von Dr.-Ing. Zeulmann. „Elektrotechnik u. Maschinenbau", 1923, Heft 48, S. 689—696, 13 Abb. (Entwicklung der Hochspannungs-Dampfkessel; Wärmespeicher-Apparate; Oefen, Kochherde, Warmwasserheizungen und Warmwasserspeicher, Lufterhitzer. Einzelheiten konstruktiver Art. Beheizung von Maschinenteilen, Glüh- und Härte-Oefen, Trockenbändern u. dgl.)

Energieverteilung. Die wirtschaftlichste Verbindung dreier Punkte. Von Ing. Dr. techn. Lamberg. „Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins", 1923, H. 46/47, S. 307—308, 2 Abb. (Einfache analytische Lösung der Aufgabe, drei gegebene Punkte durch irgend welche Linien (elektrische oder Wasserleitungen, Kanäle od. dergl.), deren Einzelkosten pro lfd. m bekannt sind, mit geringstem Gesamtaufwand zu verbinden.)

Energiewirtschaft. Ueber ein Verfahren zur Aufspeicherung elektrischer Energie. Von Dr.-Ing. Marguerre. „Elektrotechnik u. Maschinenbau", 1923, H. 44, S. 639—642. 2 Abb. (Ein Speicherbehälter für hohen Druck und entsprechende Temperatur ist mit einem zweiten Behälter niederen Druckes bezw. Temperatur während der Entladeperiode durch eine Dampfturbine verbunden, welche über eine Synchronmaschine die Energie ins Netz abgibt; während der Ladeperiode dagegen treibt diese Synchronmaschine einen Kompressor, der aus dem Niederdruckspeicher saugt und als Wärmepumpe den Hochdruckspeicher ladet. Kreisprozeß; Wirkungsgrad, Anwendungs-Aussichten.)

— Wasserkraft und Kohle im Lichte unserer Handelsbilanz. Von Ing. Brock. „Zeitschr. d. österr. Arch.- u. Ing.-Ver.", 1923, H. 42/43, S. 280—283. (Bedeutung der weitestgehenden Ersetzung der Kohle durch Wasserkraft in Deutsch-Oesterreich; insbesondere Bedeutung der Abfallkraft als Ersatz für die Hausbrand-Kohle. Besserung der Handelsbilanz durch Ausbau der Wasserkräfte.)

— Wie kann man mit Hilfe von Kraft ungenutzte Wärme nutzbar machen? Von Dipl.-Ing. Kaiser. — „Z. d. bayer. Revisionsvereins", 1923, H. 20, S. 153 bis 156, H. 21/22, S. 162—164. 6 Abb. (Wege zur Ausnutzung von elektrischer Ueberschußkraft durch die Wärmepumpe und ihre Abarten im Kreisprozess. Theorie und praktische Anwendung.)

Bahnelektrisierung. Die elektrische Zugförderung auf dem 9. Eisenbahnkongreß in Rom 1921 (Fortsetzung). „Schweizerische Wasserwirtschaft", 1923, H. 14, S. 307—312, 1 Abb. (Niederlande, England).

Neue Bücher

Armaturen für Wasserleitungen, Gasleitungen, Dampfleitungen und sonstige Rohrleitungen; Geräte und Werkzeuge für Rohrverlegungen; Wassermesser und Spezialmesser. Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof. Jubiläumsausgabe Nr. 50. 297 Seiten. — Ausführliche Typenliste aller Armaturen usw. für Wasser, Dampf, Gas, Oel und alle besonderen Zwecke in jeder

Digitized by Google

Größe, mit vielen Tabellen und Beschreibungen. Das Buch ist nicht nur eine Liste, sondern auch ein praktisches Hilfs- und Nachschlagebuch für den Projekteur und Betriebsmann auf dem Wasserkraft- und Wasserversorgungsgebiet und verdient gerade für diesen Zweck wegen seiner Uebersichtlichkeit und gediegenen Aufmachung Beachtung. —

Statens Kraftverk vid Lilla Edet. Tekniska meddelanden fran kunigl. Vattenfallsstyrelsen. Ser. B. Nr. 2. utkom den 6. Aug. 1923. — 187 Seiten mit 76 Abb. und 13 Tafeln. — Ausführliche Beschreibung der Entwicklung der Projekte zum staatl. Großkraftwerk Lilla Edet am Göta-Aelf, der Einzelheiten der gewählten Anordnung und der Turbinen nebst den Vorversuchen (1 Kaplanturbine als Regulierturbine für 11 200 PS, 2 Lawaczeckturbinen als Grundbelastungsturbinen für je 10 000 PS, 6[illegible] m Gefälle. — (Wir berichten hierüber noch eingehend. D. Schriftltg.)

Die Elektro-Metallöfen. Unter besonderer Berücksichtigung der Oefen zum Schmelzen von Kupfer und Kupferlegierungen. Von E. Fr. Russ. Verlag R. Oldenbourg, 1. Aufl., 1922. — 161 Seiten mit 123 Abb. und 23 Zahlentafeln. — Wir werden dieses insbes. die Metallschmelzerei behandelnde Buch noch näher besprechen.

Freileitungsbau, Ortsnetzbau. Ein Leitfaden für Montage- und Projektierungs-Ingenieure, Betriebsleiter und Verwaltungsbeamte. Von F. Kapper. Verlag R. Oldenbourg, 4. Aufl. 1923. 387 Seiten mit 376 Abb., 2 Tafeln und 55 Zahlentafeln. — Wir werden das Buch noch näher erörtern.

Verschleierung der Angaben von Elektrizitätszählern und Abhilfe. Von Dr.-Ing. Geldermann. Verlag Jul. Springer. 1923. 126 Seiten mit 109 Abb. — Besprechung dieser interessanten Monographie über alle erdenklichen Möglichkeiten der Zählerbeeinflussung lassen wir noch folgen.

Forshuvundforsens Kraftverk. Av Mauritz Servander och Gottfried Berg. Svenska Vattenkraftföreningens Publikationer. 152 (1923: 7). 140 Seiten mit 68 Abb. und 13 Tafeln. — Eine Beschreibung dieses Kraftwerkes erfolgt noch.

Svenska Vattenkraftföreningens fjortonde ordinarie ärsmöte (14. ordentliche Jahresversammlung des Schwed. Wasserkraftvereins) den 30. Mai 1923. Svenska Vattenkraftföreningens Publikationer 153 (1923: 8). — Protokoll. Wasserkraftfragen im Jahr 1923, Mitteilungen von Ing. Carl Kleman. Die gegenwärtigen Wasserkraft- und Flößereiverhältnisse, von Wasserrechtsingeniör Richard Smedberg.

Bericht über das Arbeitsergebnis der Königl. Elektrifizierungskommission, von Generaldirektor F. V. Hansen (mit Diskussion).

Vattenmul rörande reglering av Mölndalsausjöar samt rörande kraftverk vid Mölndal och Assmerbo (Wasserrechtsfall betreffend die Regulierung der Mölndalsaus-Seen sowie das Kraftwerk bei Mölndal und Assembo. Von Zivil-Ing. B. O. Hellström. Svenska Vattenkraftföreningens publikationer 154 (1923: 9).

Allmänna principer för bestämmande av ersättning für skada a fiske. (Allgemeine Grundsätze für die Bemessung von Fischereischadenersatz.) Von Prof. Gustav Cassel. Svenska Vattenkraftföreningens publikationer 155 (1923: 10).

Energiewirtschaft in statistisch. Beleuchtung. Herausgegeben von der bayer. Landeskohlenstelle. Bd. I: Energievorräte und ihre Gewinnung. Von Obering. R. Reischle und P. Wachter. 1922. Johs. Alb. Mahr, Verlag, München. 58 Seiten mit 19 Abb. und 40 Zahlentafeln.

Die Bedeutung der elektrischen Futterkonservierung. Sonderheft der Vereinigung der Elektrizitätswerke, E. V., Berlin SW 48. 1923. Inhalt: Petri, Die Bedeutung der elektrischen Futterkonservierung. Bericht über die Verhandlungen der A. T. L. über elektr. Futterkonservierung am 24. April 1923 in der techn. Hochschule Charlottenburg. Henkel, Die Konservierung von Grünfutter in Silos. Seyfferth, Ergebnisse der Praxis über die Konservierung von Grünfutter durch elektrischen Strom. Farny, Einfluß von Silagefutter auf Viehhaltung und Käsebereitung. Literatur über Futterkonservierung. — Auf 22 Seiten mit 6 Abb. eine Uebersicht über den heutigen Stand der Elektrofutterbereitung, die für uns vom Standpunkt der Ausnutzung von Ueberschußenergie von Interesse ist.

Statens Meteorologisk - Hydrografiska Anstalt: Arsbok 4, 1922, II. Nederbörden i Sverige. Stockholm 1923. 173 Seiten mit 1 Karte der Niederschlagsmessungs-Stationen, 1 Karte der Jahresniederschläge und Kärtchen der monatl. Niederschlagsmengen.

Kungl. focktryckeriet. P. A. Norstedt & söner, Stockholm. — Zusammenstellung der Beobachtungen von rd. 700 Beobachtungsstationen nach Gesamtmenge, Stärke, Anteil der Tage an den verschiedenen Niederschlagsmengen usw., gleiche Zusammenstellung für die Jahresmittelwerte und Verzeichnis der Beobachtungsstellen.

Brown, Boveri & Cie., Mannheim. Die Entwicklung der Wasserkraftwerke bietet auf 31 Seiten mit 42 Abb. eine Uebersicht über eine Reihe moderner Wasserkraftanlagen und die bei solchen in Frage kommenden Besonderheiten der elektr. Ausrüstung. — Die Werkstoff-Frage in der Elektrotechnik und im Maschinenbau behandelt Gr. Thum die Eigenschaften und Prüfungsarten der hauptsächlichen Metalle, festen und flüssigen Isolierstoffe auf 15 Seiten mit 21 Abb. und Diagrammen. — In: Schutz gegen Erdschlüsse (15 Seiten mit 17 Abb.) bespricht A. Roth die Ursachen und Abhilfemöglichkeiten und Die Ueberstrom-Schutzregulierung zeigt das von B.B.C. entwickelte System der Schwächung der Erregung im Falle des Kurzschlusses, der Ueberlastung oder sonstiger Störungsursachen ohne Abschaltung der Maschine vom Netz mit selbsttätiger Auferregung bei Verschwinden der Ueberlastung. — Die Phasenverschiebung in Wechselstromnetzen, die Mittel zu ihrer Verbesserung, deren Wirkung und Wirtschaftlichkeit erörtern Dr. Casnari und Wüthrich in einer bemerkenswerten Abhandlung (erweiterter Sonderabdruck aus den B.B.C.-Mitteilungen 1922/23) auf 37 Seiten mit 46 Abb. und einem wohl absolut vollständigen Literaturverzeichnis mit 114 Stellennachweisen. Ausgehend vom Wesen und den Ursachen der Phasenverschiebung sind alle verschiedenartigen Mittel zur Verbesserung an der Verbraucherstelle, im Netz und am Erzeugungsort beschrieben, in ihrer Wirtschaftlichkeit verglichen und beachtenswerte Richtlinien für den Verbraucher gegeben.

Aufgabensammlung aus der technischen Mechanik (Wittwers technische Hilfsbücher, Bd. 7), von Carl J. Kriemler, ord. Prof. d. techn. Mechanik. Mit 170 Abb., 80 Seiten. Stuttgart 1923, Verlag von Konr. Wittwer. Geb. M. 2,50. — Wir kommen auf das praktische Büchlein, das dem Studierenden Stoff zu eigener Einübung bietet, noch besprechend zurück.

Der Weitschirm-Isolator der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G. m. b. H. Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G. m. b. H., Nr. 8, 1923. 17 S. Text mit 11 Abb. und 1 Tafel. — Das Heft bespricht die Konstruktion und Eigenschaften dieser Isolatorentype auf Grund von exakt und mit wissenschaftlicher Genauigkeit durchgeführten Versuche.

Buchbesprechungen

Der elektrische Betrieb. Sonderheft Elektrowärmetechnik. 1923, Heft 23, 10. Dez. Verlag R. Oldenbourg, München. — Das vorliegende Sonderheft bietet uns deshalb Interesse, als die Verwertung der elektrischen Energie zu Wärmezwecken als Grundbedingung billige und reichliche Energie voraussetzt und dann — insbesondere unter Ausnutzung der Ueberschußleistung — ein wesentlicher Faktor in der Wasserkraftausnutzung wird. Die Elektrowärme in der Industrie behandelt Dr. ing. Jordan in kurzgefaßter Uebersicht unter Betonung der elektrischen Dampfkessel, Warmwasserbereiter, Koch- und Schmelzkessel. Die elektrische Warmwasserbereitung mit ihren Einrichtungen, vom Kochtopf und -Kessel bis Warmwasserkessel für große Heizanlagen bespricht Dipl.-ing. Krug; Dir.

Digitized by Google

Schneider stellt alle häuslichen und raumheiztechnischen Anwendungsmöglichkeiten gedrängt zusammen. — Das Heft ist lesenswert für den am Absatz der Leistung wie für den an der Beschaffung von Wärme-Einrichtungen Interessierten. Die Zeitschrift dürfte aber — das ist die einzige Aussetzung — in weiteren Sonderheften, die stets dankbar begrüßt werden, den Reklamecharakter nur auf den Inseratenteil beschränken, der Text muß dem Charakter einer Fachschrift als Organ neutraler Berichterstattung reklamefrei sein. Rdl.

Die Niederösterreichische Elektrizitätswirtschafts-A.-G. „Newag“, ihr Werden, ihre Kraftwerke, ihr Leitungsnetz und ihre Zukunftspläne. Von Ing. Erich Kurzel-Runtscheiner im Auftrage und unter Mitwirkung der Newag. — Wien 1923, Manz'sche Buchhandlung. — 38 Seiten mit einem zweifarbigen Netzplan und 10 Abb. —

Das vorliegende Heft, wohl als Aufklärungs- und Werbeschrift für die Newag gedacht, ist auch von weitergreifendem Interesse in organisatorischer und technischer Hinsicht. Ausgehend von der schon 1907 vom weitschauenden Landtag des damaligen Kronlandes Oesterreich unter der Enns vorgenommenen Finanzierung der Niederösterr. Landeselektrizitätswerke (damals Kraftwerk Wienerbruck) für die Bahn St. Pölten—Mariazell und die Versorgung der anliegenden Industrie, welcher nach dem Zusammenbruch die Schaffung einer Gemeindeberatungsstelle für die Belange der Elektrizitätsversorgung folgte, verzeichnet die Einleitung die folgenden Landesgesetze, welche dem Lande den Ausbau aller nicht ausgenützten Wasserkräfte, das Enteignungsrecht und Wegerecht für Leitungen reservierten. Von der Erwägung ausgehend, daß eine so umfassende Aufgabe wie eine Landesversorgung und besonders deren Finanzierung nur durch ein privatwirtschaftliches Unternehmen mit Erfolg geleistet werden könne, erfolgte im Mai 1922 die Gründung der Newag unter Einlegung der bestehenden Werksanlagen der Länder Wien und Niederösterreich Land. Nach einer Schilderung des wirtschaftlichen Weiterbaues der Newag durch Aufgründungen mit neuen Sacheinlagen und Anleihen wird

B. U. Co.

EISEN-KONSTRUKTIONEN BETONBAUTEN FÜR DEN WASSERBAU

SEGMENTSCHÜTZE ◇ EINLASZSCHLEUSE RIEBNIG ◇1922◇

BEUCHELT u. Co., GRÜNBERG i. SCHL.

Gebr. Keim & Co.
Maschinen- und Turbinenbaugesellschaft m. b. H.
Neuburg-Dommelstadl b. P.
fabrizieren als Spezialität:
Peltonräder und Franzisturbinen für Kleinwasser-Kraftanlagen.
612

ZEICHENTISCHE
LICHTPAUSAPPARATE

ADRIAN · BRUGGER
MÜNCHEN · THEATINERSTR. 14/3
FACHGESCHÄFT · FÜR · TECHN · BÜROBEDARF
70/191

Oeldruck-Regler
Fabrikat Schichau, Type II D, 110 mkg Arbeitsvermögen 200 m/m Kolbenhub, neu, in Fabrikpackung, zu verkaufen. Angebote unter Nr. 604 an „Die Wasserkraft“ München, Herrnstraße 10.

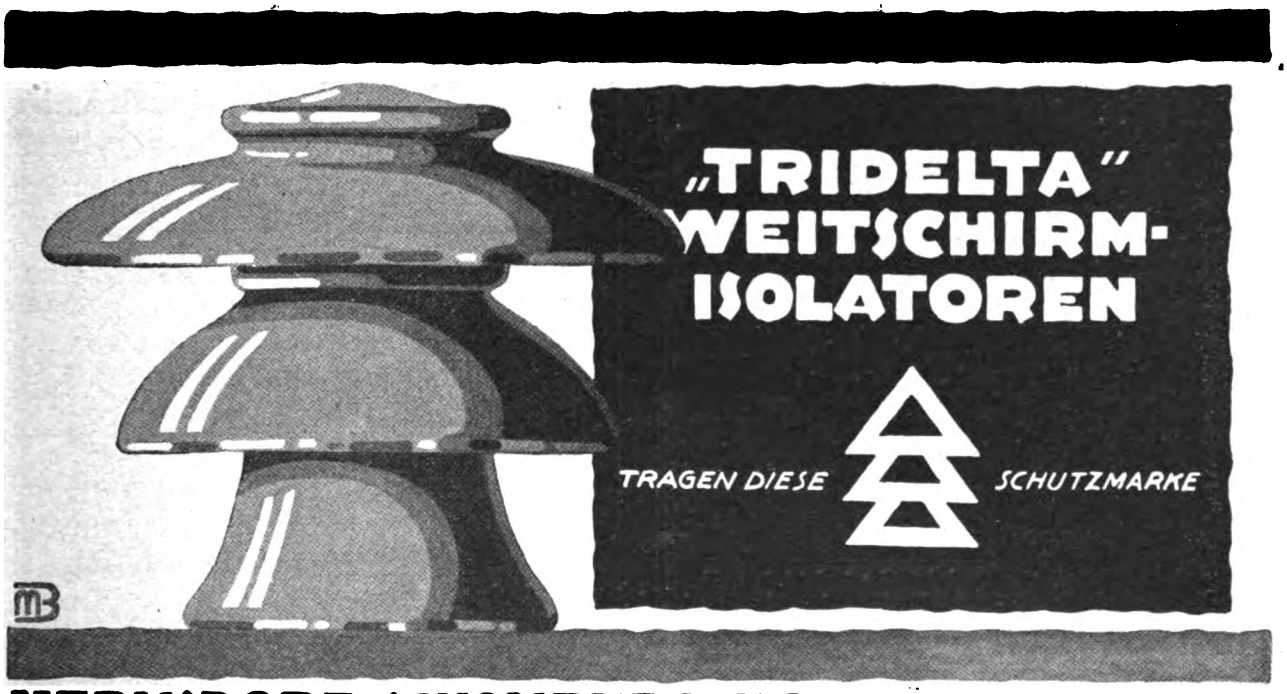
Digitized by Google

eingehend die technische Entwicklung beschrieben, wie sie sich auf die Einbringungen, auf die wachsenden Mittel und auf die der Newag garantierten Rechte stützt und darauf bauend den steigenden Bedarf durch fortschreitenden Ausbau von Wasserkräften zu decken sucht, unter besonderer Beachtung der Forderung, möglichst alle Wärmekraftanlagen durch Wasserkraft zu ersetzen. Ueber einige technische interessante Einzelheiten, die wohl aus dem Bestreben möglichst rasch und billig zu bauen entstanden sind haben wir auf S. 75 76 berichtet. Manche Hilfseinrichtungen, wie Frequenzumformer, sind hier nötig geworden zur Verkuppelung der früher unabhängigen Netze verschiedener Frequenz zu einem Ganzen mit unbeschränkter gegenseitiger Aushilfemöglichkeit im Interesse möglichst restloser Wasserkraftausnützung, die heute auch bereits so weit gediehen ist, daß die Newag-Wasserkraftwerke anstelle einer sonst üblichen Benutzungsdauer von 1500 h (Ausnutzungsfaktor 18 Proz.) im ersten Ausbaujahr bereits eine Benutzungsdauer von 2800 h oder 31 Proz. Ausnutzung der installierten Leistung erreichten; die Ausnutzung der verfügbaren Jahreswassermenge war sogar rund 60 Proz. Diese Zahlen steigern sich in dem Maße, wie der Ausbau des Netzes und die ergänzende Verbindung mit weiteren Kraftwerken fortschreitet, worüber ein zweifarbiger Netzplan Aufschluß gibt.

Das im übrigen klar geschriebene und gut ausgestattete Heft, in welchem seiner Art nach natürlich keine technischen Einzelheiten erwartet werden dürfen, ist sicher dankenswert als Wegweiser für ähnlich gelagerte Verhältnisse und als Beispiel, wie sich aus der Verbindung auch z. T. recht kleiner Wasserkräfte und Netze verschiedenster Art ein nicht nur betriebssicheres (eben das wird oft angezweifelt!), sondern auch wirtschaftliches Ganze zusammenschließen läßt. Rdl.

Schuckert 1873—1923. Denkschrift zum 50jährigen Bestehen der Firma, herausgegeben von der E.-A.-G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg.

Heutigen Tages, wo für ein Großteil unseres Volkes ein Minimum an Arbeitsleistung das erstrebenswerte Ziel zu sein scheint und wo Geistesarbeit kaum mehr eine Daseinsberechtigung zu haben scheint, ist eine so lebendige Darstellung des Werdeganges eines Mannes wie Siegmund Schuckert, der seine Geistesarbeit anfangs durch seiner Hände Arbeit in die Tat umsetzte, bis er sich festen Boden geschaffen hatte, und seines Werkes eine erfreuliche und aufmunternde Lektüre. Gleicherweise ehrt sie auch Schuckerts treuen Mitarbeiter Dr. Alexander Wacker, der das Glück genoß, die Fortentwicklung des Unternehmens nach manchem unvermeidlichen Auf und Nieder noch mitzuerleben, während Schuckert schon 1892, neunzehn Jahre nach Begründung seiner Mechanikerwerkstatt in Nürnberg und 16 Jahre nach Ausführung seiner ersten Beleuchtungsanlage in seiner Vaterstadt, sich vom Geschäft zurückzuziehen, infolge eines schweren Leidens gezwungen war und am 17. Sept. 1895 in völliger geistiger Umnachtung zu Wiesbaden verstarb. — Dr. R. Cohen, lange Jahre hindurch Angehöriger und Vorstandsmitglied der Schuckertgesellschaft, hat in glücklich gelungener Weise eine Biographie dieses Mannes und eines Lebenswerkes geschrieben, die an Inhalt wie Umfang (93 Seiten) und Ausstattung nichts von der Not der Zeit verrät. Nach einer kurzen Vorgeschichte Schuckerts, der am 18. Okt. 1846 als Sohn eines Büttnermeisters geboren, schon während seiner Lehrzeit 1860—63 das Modell einer elektrischen Bahn nach eigenen Ideen baute, dann auf Wanderschaft ging und auch in Amerika arbeitend seinen Gesichtskreis erweitert hatte; wird das rasche Anwachsen der kleinen Mechanikerwerkstatt zur Fabrik und zur Kommanditgesellschaft (1888) geschildert, parallel gehend mit einer Kette von Erfolgen Schuckertscher Arbeit — obwohl noch 1877 geschrieben wurde, daß sich das elektrische Licht für die allgemeine Beleuchtung von Straßen und Plätzen nicht eigne. Schon damals wurde elektrische Lokomotivbeleuchtung mit kleinen Dampfdynamos und Bogenlampen ausgeführt — ein Vorläufer der heute wieder zur Geltung kommenden elektrischen Lokomotivbeleuchtung mit Turbodynamos und Glühlampen. 1882 zeigte die Firma auf der Münchener Ausstel-



Digitized by Google

lung, eine gelungene Gleichstromkraftübertragung auf 5 km mit 655 Volt Erzeugerspannung mit 36 Prozent Wirkungsgrad, in jene Zeit fiel die Errichtung einer elektrisch betriebenen Industriebahn für den nachmaligen Mitgründer der Aktiengesellschaft, Steinbeis in Brannenburg. 1887 begann der Siegeslauf der Schuckertschen Gleichstromzentralen für Stadtversorgung auf fremde und eigene Rechnung, wofür erst schrittweise unter dem Zwang der Anforderungen neue Schaltungen und neue Konstruktionen an Maschinen und Apparaten für die stets wachsenden Leistungen ausgearbeitet werden mußten, zum Teil später im scharfen Wettbewerb mit dem hauptsächlich von der Helios gepflegten System des hochgespannten Wechselstromes. Etwa ein Jahr nach dem Ausscheiden Schuckerts erfolgte die Umwandlung in eine Aktiengesellschaft unter Alex. Wacker als Generaldirektor, dann die Gründung der Continentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen und durch diese Finanzierungsgesellschaft einerseits die schöpferische Beteiligung an elektrotechnischen Großunternehmungen (Hafslund mit 25 000 PS in Norwegen, die bosnische Elektrizitäts-A.-G. mit Jaice, die Lonza A.-G.), andererseits nun auch der Großkraftübertragung mit Drehstrom (Vizzola und andere italienische und nordische Anlagen). Das Jahr des industriellen Rückschlages 1901 legte auch der Schuckertgesellschaft und den ihr nahestehenden Unternehmungen harte Prüfungen auf, die zu einem Wechsel der Vorstandsmitglieder nach dem Ausscheiden des Generaldirektors Wacker (1902) und dann zur Vereinigung der Schuckertgesellschaft mit Siemens & Halske zu den Siemens-Schuckert-Werken (1903) führten und der Schuckertgesellschaft in der Hauptsache die Rolle einer Elektrobank — wie es die Continentale war — zuwiesen. Dadurch war sowohl das Fabrikationsunternehmen der S.-S.-W. wie das Finanzierungsunternehmen der alten Schuckertgesellschaft, jedes für sich, freier geworden und so war der Grund zur dauernden Vergrößerung bis zur ersten Weltfirma einerseits, zur Schaffung von großzügigen in- und ausländischen Elektrizitätserzeugungs-Unternehmungen — zumeist in Anlehnung an Wasserkräfte — andererseits gegeben, worüber die Schrift noch zusammenfassend berichtet.

Man wird diese dankenswerte Festschrift mit Befriedigung aus der Hand legen und sie nicht unter „Propagandaschriften" wie meist geschäftliche Jubiläumsausgaben, sondern unter „Lebensbeschreibungen großer Männer und ihrer Werke" einreihen. Rdl.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Nummer liegt ein Prospekt der Firma FRIEDRICH KRUPP A.G., ESSEN bei, auf den wir unsere Leser besonders aufmerksam machen.

Telegramm-Adresse: Seckstein — **MÜNCHEN** — Telephon-Nummer 53132

255

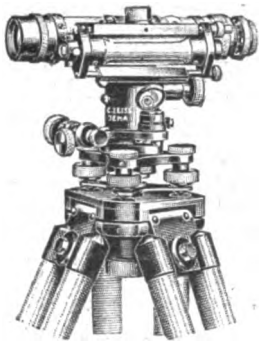
ZEISS

Nivellier-Instrumente

für

Vermessungen,
Bauarbeiten,
Absteckungen

usw.



Sehr leichte und trotzdem leistungsfähige Instrumente

Nivellierlatten
Winkelprismen

Druckschrift „Geo 63" kostenfrei von:

CARL ZEISS JENA

Jos. Feldl A.G.

München

Verwaltung: Hirtenstr. 24
Betrieb: Rumfordstraße 21
Telefon: 54068, 56959

Installation

aller elektr. Starkstrom- und Schwachstrom-Anlagen, Wasserstands-Fernmelde- und Signalanlagen

Entwurf und Bau
vollständiger
Wasserkraft-Elektrizitätswerke
billige, einfachste Kleinwasserkraftanlagen

Drehstromgeneratoren
fabrikneu, ab Lager oder kürzest lieferbar.

Reparatur elektr. Maschinen
jeder Art und Größe,
best eingerichtetes Reparaturwerk am Platze.

Fabrikation
elektrischer
Heizapparate
jeder Art,
vollständige Heizanlagen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 7 **München, 1. April 1924** **19. Jahrgang**

Der Ausbau der Mittleren Isar[1])

Vortrag, gehalten bei der diesjährigen Tagung des „Bundes der Freunde der Technischen Hochschule München"

Von Ministerialrat Krieger, München, Vorstand der Mittleren Isar A.G.

Die Mittlere Isar ist eine der Hauptstromquellen des Bayernwerkes. Ihre Krafterzeugung mit jährlich rund 480 Millionen Kilowattstunden beim Vollausbau, dem ungefähr Dreifachen der jährlichen Kraftmenge des Walchenseewerkes, gibt das Recht, sie in der Reihe der größten Wasserkraftwerke Deutschlands und Mitteleuropas überhaupt zu nennen. Eine ähnlich große Krafterzeugung wird nur durch den Ausbau des Mittleren Inns bei Mühldorf erreicht werden. Ziel und Aufbau des Unternehmens, die Eigenart der einzelnen Bauwerke und die Lösung der verschiedenen, bei der Durchführung des Unternehmens aufgetauchten Probleme bieten vor allem für den Fachmann mancherlei Interessantes.

Mit der Mittleren Isar soll Strom für Ueberlandversorgung (Drehstrom) und für elektrischen Bahnbetrieb (Einphasen-Wechselstrom) erzeugt werden. Die für letzteren Zweck benötigte Kraft wird von der Reichsbahn übernommen und in eigenem 100 000-Voltnetz weitergeleitet; der übrige Strom wird mit 60 000 Volt an das Bayernwerk-Netz übergeführt und von dort aus weiterverwendet. Der Ausbau der Mittleren Isar war anfangs ein reines Eigenbetriebs-Unternehmen des bayerischen Staates. Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurde es 1921, gleich wie das Walchenseewerk, in eine Aktiengesellschaft umgewandelt, bei der allerdings bis vor kurzem der bayerische Staat der alleinige Aktionär war. Erst seit einigen Wochen ist das Reich bzw. die Reichs-Bahnverwaltung mit rund 10 Prozent am Gesamt-Aktienkapital beteiligt. Die Ueberführung des Unternehmens in die Form einer Aktiengesellschaft wirkte sich vor allem in der erleichterten Mittelbeschaffung aus. Außer dem Aktienkapital stand für die Finanzierung des Ausbaues bisher das Ergebnis von drei auf dem freien Markt begebenen Anleihen zur Verfügung, von denen die beiden letzten gemeinsam mit dem Walchenseewerk A.-G. und Bayernwerk A.-G. unter dem Namen Walchensee-Anleihe bzw. Walchensee-Goldanleihe aufgelegt wurden. Die weitere Finanzierung bis zur Vollendung des ersten Ausbaues des Walchenseewerkes und der Mittleren Isar soll in der Hauptsache durch Darlehen der Reichsbahn erfolgen.

Zur technischen Seite des Mittleren-Isar-Ausbaues ist kurz folgendes zu sagen:

Noch im Weichbilde Münchens, gegenüber dem Vororte Oberföhring, wird in die Isar ein Wehr eingebaut, von dem aus nach rechts ein 54 km langer Kanal abzweigt (Abb. 1). Dieser schmiegt sich in das Gelände zwischen München und Moosburg derart ein, daß es trotz des Flachland-Charakters der Gegend nördlich von München gelingt, das 88 Meter umfassende Rohgefälle der Ausnützungsstrecke zwischen dem Unterwasser der Münchner Stadtbäche und dem Oberwasser des Moosburger Uppenborn-Werkes in nur vier Stufen mit zusammen 83 Meter Nutzgefälle zur Auswertung zu bringen. Zu diesem Zweck ist es nötig, den Kanal über das Deluvium des Erdinger Mooses hinwegzuführen und an die tertiären Höhenzüge der rechtsufrigen Begrenzung der Isarniederung heranzuziehen. Dort lassen sich bei Aufkirchen, Eitting und Pfrombach drei Kraftstufen mit 26,4 bis 21 Meter Nutzgefälle zum Ausbau bringen, nachdem am Ostrande des Erdinger Mooses bei Finsing als oberste und erste Kraftstufe eine solche von 11 Meter Höhe dem dort ebenen Gelände abgerungen wird.

Da aus der Isar an der Wehrstelle zweckmäßig bis zu 150 Sekunden-Kubikmeter abgeleitet werden können und die mittlere Jahresnutzwassermenge beim Vollausbau 95 Sekunden-Kubikmeter beträgt, lassen sich auf diese Weise an den vier Kraftstufen im Jahresmittel 80 000 PS und damit die bereits oben erwähnten 480 Millionen Kilowattstunden als mittlere Jahresleistung gewinnen.

Das Wehr bei Oberföhring[2])

ist der Vollendung nahe. Der Unterbau für seine vier Oeffnungen von je 17 Meter Weite ist einschließlich des ganzen Sturzbettes fertig. In einigen Monaten wird auch die Montage der 5,65 Meter hohen Schützentafeln beendet sein, deren Konstruktionsteile, im ganzen 477 Tonnen Eisengewicht, von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg bereits vollständig an die Baustelle angeliefert sind. Der Längenschnitt durch das Wehr in der Flußachse zeigt den Wehrunterbau auf dem tertiären Untergrund, dessen durchlässige Sand- und Lettenschichten es notwendig machten, zur Verhütung der Unterspülung unter der Wirkung des 5 Meter hohen Oberwasserdruckes eine 14 Meter tiefe, quer zum Fluß verlaufende Absperrmauer unter die Flußsohle hinabzutreiben. Zur Verhinderung der allen Wehren so gefährlichen Auskolkung der Sohle unterhalb des Wehres ist ein 45 Meter langes, massives Sturzbett angeordnet, dessen Längenschnitt auf Grund von Modellversuchen gewählt und das durch seine künstliche Vertiefung das darüber hinwegschießende Wasser zur Walzenbildung und damit zur Aufzehrung der Geschwindigkeitsenergie an Ort und Stelle veranlassen wird.

Bei Entscheidung über die Art der beweglichen Wehrverschlüsse galt es, zwischen den bekannten Walzenwehren, den vorgeschlagenen Segment-Verschlüssen und den in den letzten Jahren in ähnlichen Fällen fast zur Regel gewordenen Schützentafeln der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg zu wählen. Gegen die Walzenwehre sprachen die höheren Kosten; gegen die Segment-Verschlüsse, welche den Vorteil der geringstmöglichen Zahl beweglicher Teile unter Wasser und der kleineren Dichtungs- und Reibungs-Widerstände beim Heben besitzen, sprachen außer gewissen Bedenken wegen des hohen Zapfenlager-Druckes eigentlich nur die geringeren Erfahrungen mit dieser Konstruktion gegenüber der mit Schützentafeln. Das Mittlere-Isar-Wehr ist daher mit Doppel-Rollschützen nach dem Patent der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg versehen. Diese erhalten im vorliegenden Fall eine besondere Ausgestaltung dadurch, daß die obere Schütze hinter einer Stauwand der unteren Schützen versenkbar ist, anstatt daß, wie früher die obere Schütze vor die untere hinabtaucht, wodurch die zu hebende Wasser-Auflast nach vorheriger Absenkung der oberen Schützen auf ein Geringstmaß abgemindert wird, da das Ueberfallwasser auf die untere Schütze abstürzt. Die obere

[1]) Vgl. auch „Die Wasserkraft" 1921 Nr. 12, S. 122—132, 1922 Nr. 14, S. 255—267 und Nr. 15, S. 280—288.

[2]) Vgl. Abb. Jahrg. 1921 S. 125/126.

Digitized by Google

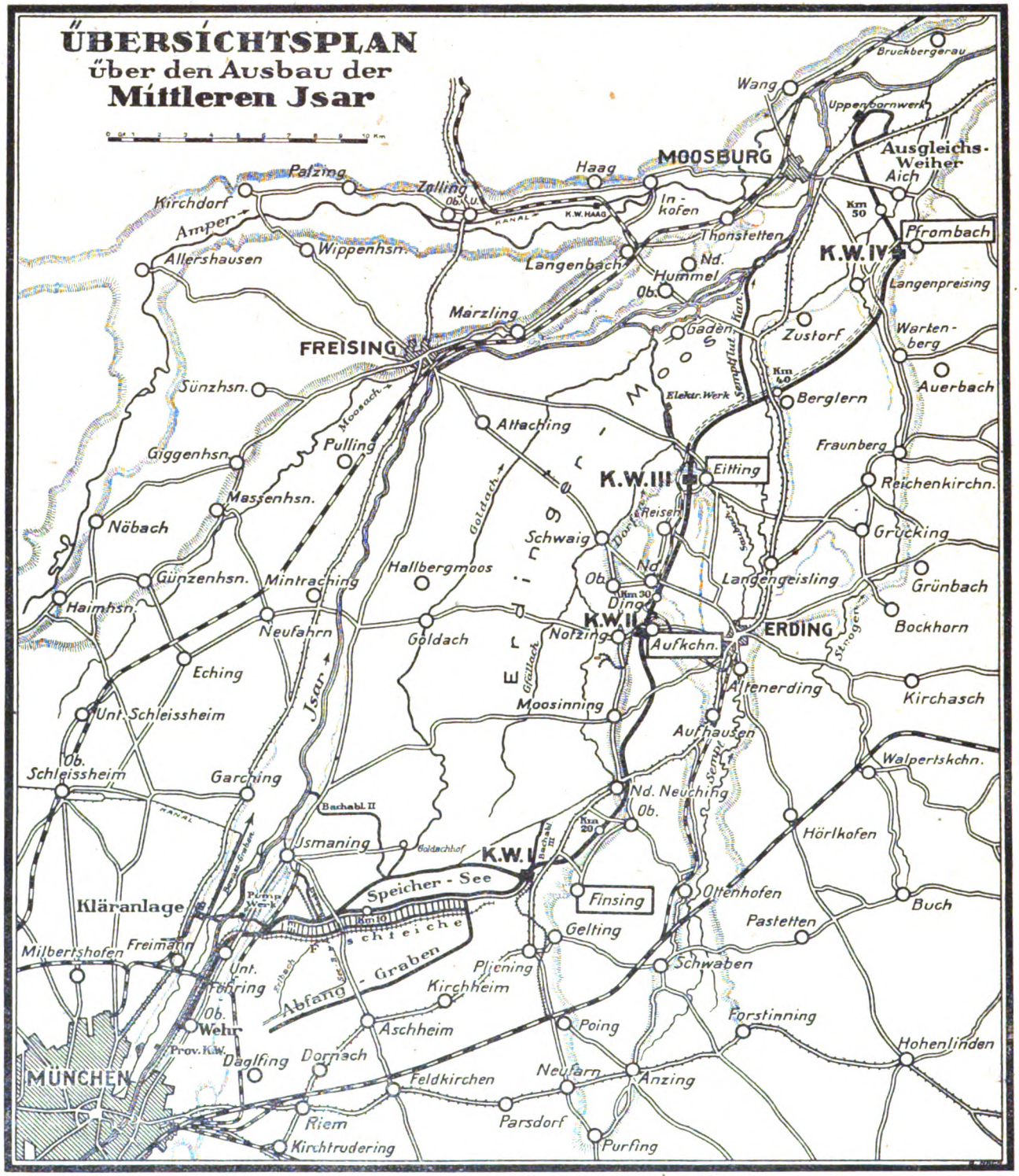


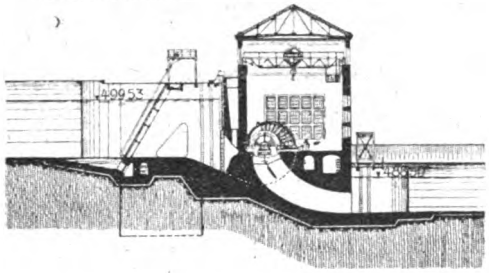
Abbildung 1

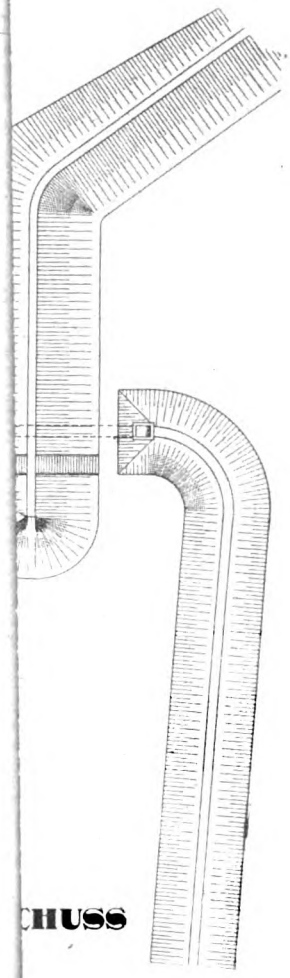
und untere Schütze benützt dieselbe Laufbahnschiene, wodurch sich die Nischenform an den Pfeilern wesentlich vereinfacht. Von den verschiedenen möglichen Aufzugsvorrichtungen mittels Zahnstange, Drahtseil und Gallscher Kette entschied man sich für letztere. Aus Betriebssicherheitsgründen wird auch ein Wehrüberbau zur Aufnahme der Aufzugsvorrichtungen erstellt. Bei dessen Ausbildung gelang es, für unser Wehr gegenüber der bisher üblichen Anordnung eine wesentliche Vereinfachung dadurch zu erzielen, daß die Dammbalkenschlitze direkt vor den Schützennuten in die Pfeiler eingelassen sind, so daß die Dammbalken vom Schützenkran aus versetzt werden können, der sonst übliche gesonderte Dammbalkenkran somit wegfällt. Die für das Heben und Senken der je 60 Tonnen schweren, quer geteilten Schützentafeln vorgesehene maschinelle Ausrüstung gestattet das Aufziehen der Schützen mittels elektrischen Motors und von Hand.

An das Wehr schließt sich nach rechts (in Flußrichtung)

Digitized by Google

SCHNITT





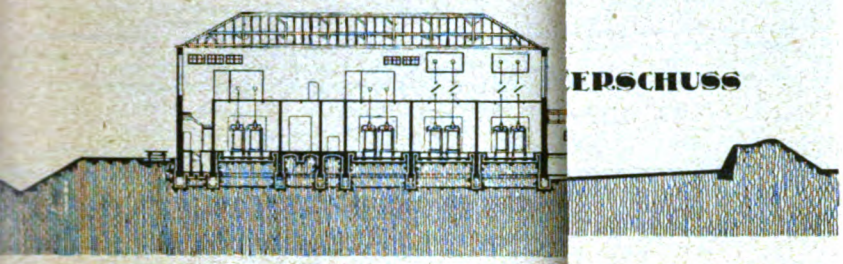
CHUSS

SCHNITT DURCH WASSERSCHLOSS UND KRAFTHAUS

Digitized by Google

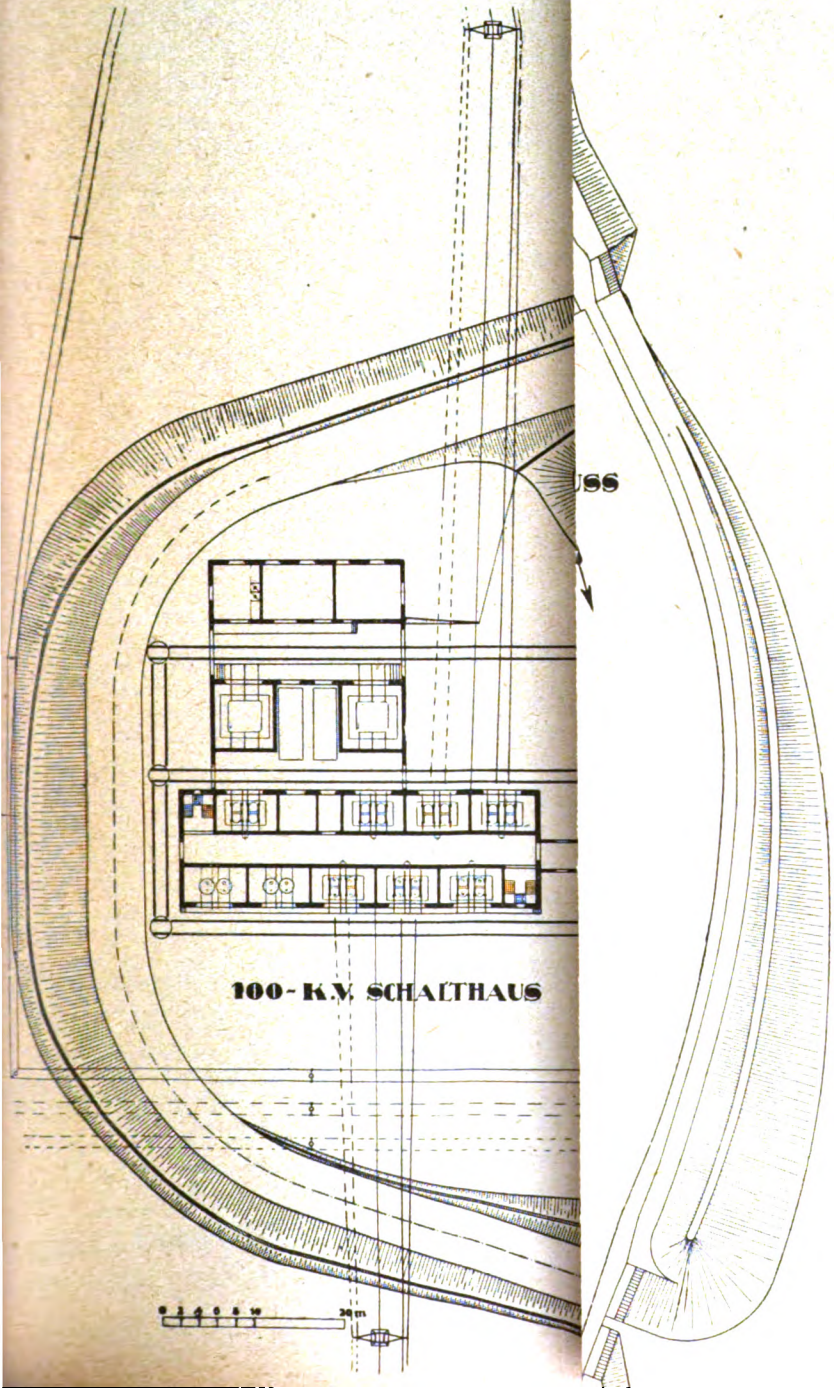
Digitized by Google

100 K.V. SCHALTHAU



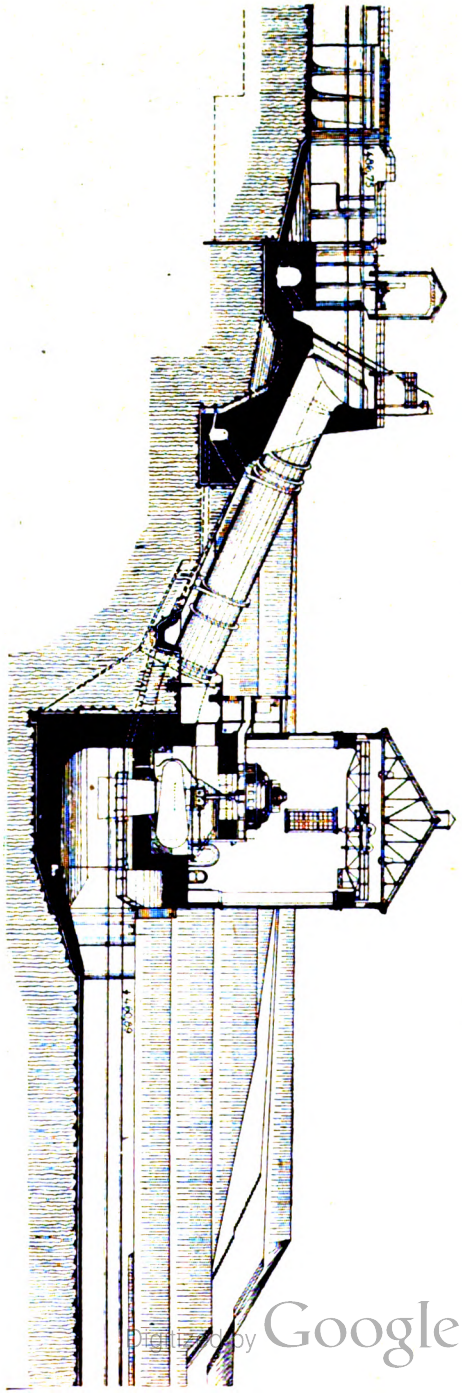
EPSCHUSS

60-K.V. SCHALTHAUS SCHNITT



USS

100-K.V. SCHALTHAUS



SCHNITT DURCH WASSERSCHLOSS UND KRAFTHAUS

Digitized by Google

Digitized by Google

das Einlauf-Bauwerk

an, mit dessen Hilfe der Wasserzufluß zum Kanal geregelt werden kann. Kanal-Einlauf-Bauwerke an geschiebeführenden Flüssen bereiten dem Wasserbauer stets große Schwierigkeiten und Sorgen, denn nur wenige dieser Bauwerke haben in der Praxis die Erwartungen erfüllt, die bei dem Entwurf auf Grund von hydrotechnischen Beobachtungen und Berechnungen vorausgesetzt wurden. Zwei Hauptaufgaben hat ein solches Einlauf-Bauwerk zu erfüllen: Einmal die Zuleitung des Werkwassers vom Hauptfluß her zum Kanal zu regeln, dann zu verhindern, daß in den Kanal Sinkstoffe des Flusses, Kies, Sand, und bei Hochwasser Gesträuche usw., eingeführt werden. Die Höhen- und Breiten-Abmessungen der Einlauf-Oeffnungen, die die Zuführung der im Kanal benötigten Wassermengen gewährleisten sollen, werden mit Hilfe der üblichen hydrotechnischen Formeln bestimmt. Es ist nicht immer gelungen, auf diesem Wege befriedigende Ergebnisse zu erzielen.

Bei der Entwurfsbearbeitung der Mittleren Isar-Einlaufwerke wurde es vermieden, sich auf unsichere Formeln abzustützen, man glaubte vielmehr sicherer zu gehen, auf dem Umweg des Modellversuches die richtigen Abmessungen und die zweckmäßigste Lagenanordnung zu wählen und die Rechnung erst zur nachträglichen Prüfung heranzuziehen. Angeregt durch theoretische Erwägungen unseres maschinentechnischen Sachverständigen Dr. Hans Thoma wurden in Ausnützung der Einrichtungen des hydraulischen Institutes der Technischen Hochschule München Modellversuche durchgeführt, die ja in einer Druckschrift unseres Unternehmens eingehend beschrieben wurden. Bei diesen Modellversuchen, denen die regste Unterstützung der Technischen Hochschule zuteil wurde, fand auch die Frage der Kiesbeseitigung an den Einläufen zu Wasserkraftkanälen eine neuartige Beleuchtung, befruchtet durch Ueberlegungen und Beobachtungen unserer Turbinen-Ingenieure, deren Erfolge im Wasserkraftmaschinenbau ja in erster Linie der Ergänzung theoretischer Erwägung durch Modellversuche zu danken sind. Das Ergebnis der Arbeiten an unseren Modellen war, daß wir unter der Kanalschwelle des Einlaufbauwerkes, somit der Höhe nach gesehen, zwischen Flußsohle und Einlaufschwelle Spülkanäle anordnen. In diese wird das gegen das Einlaufbauwerk anrollende Flußgeschiebe hineingesaugt und dem Unterwasser des Wehres zugeführt. Ohne solche Spülkanäle wird das Geschiebe trotz aller Gegenmaßnahmen unweigerlich in den Kanal hineingetragen und muß mit großen Kosten und Mühen daraus wieder entfernt werden. Wir hoffen zuversichtlichst, in unserem Falle eine brauchbare Lösung für ein gut und zuverlässig wirkendes Einlaufbauwerk gefunden zu haben. Es ist dies dann dem dankenswerten Interesse unserer maschinentechnisch vorgebildeten Mitarbeiter an den bei uns aufgetretenen wasserbautechnischen Fragen zuzuschreiben und dem Zusammenarbeiten und der gegenseitigen Anregung von Maschineningenieur und Bauingenieur. Es wäre zu wünschen, daß noch weitere der zahlreichen schwierigen und ungelösten Probleme ähnlicher Art auf dem Gebiete des Ingenieurwesens durch solches Zusammenarbeiten ihre beschleunigte Klärung und Bereinigung erfahren mögen.

Auch der an das Wehr anschließende Kanal ist bis auf geringfügige Ergänzungsarbeiten für den Betriebsbeginn bis zur Wiedereinmündung in die Isar wasseraufnahmebereit. Er erhält zur Erhöhung der hydraulischen Leistungsfähigkeit — muß er doch im oberen Teil bis zu 150 Sekunden-Kubikmeter abführen können — auf den größten Teil seiner Länge eine Betonauskleidung, sowohl in der Sohle als auf den Böschungen — eine Bauart, die von mir zur Erzielung von geringen Rinngefällen bereits 1909 in durch mich bearbeiteten Projekten vorgesehen war. Es wird dadurch erreicht, daß das Fließgefälle in dem Kanal, das naturgemäß vom Rohgefälle für Wasserkraftausnützung verloren geht, bis auf 6 Zentimeter auf den Kilometer herabgemindert wird. Im Durchschnitt beträgt es beim Mittleren-Isar-Kanal 9,6 Zentimeter auf den Kilometer gegenüber einem Rinngefälle von 170 Zentimeter auf den Kilometer im freien Isarfluß zwischen München und Moosburg.

Durch die erste Brücke, die sogen. obere Korso-Brücke, wird das Gelände zwischen Kanal und Isar für Besiedelung aufgeschlossen werden. Eine weitere Bogenbrücke verbindet Oberföhring mit dem links des Kanals gelegenen Gelände. Die Wassertiefe in dem Kanal wechselt je nach dem Querschnitt zwischen 7 und 4,50 Meter, die Sohlenbreite zwischen 3,8 und 18,3 Meter, die Wasserspiegelbreite zwischen 23 und 34 Meter. Es ist nicht angängig, einen längeren Kanal mit einheitlichem Querschnitt durchzuführen; je nachdem das Gerinne ganz oder teilweise im Auftrag oder Abtrag, Sohle und Wasserspiegel über oder unter Grundwasser liegt, muß der Querschnitt verschieden gestaltet werden. Wenn der Kanal aus örtlichen Gründen eine geringe Wasserspiegelbreite erhalten kann, muß er um so tiefer werden, um die nötige Leistungsfähigkeit aufzuweisen.

Für die Betonierung der fast durchgehends 1½maligen Böschungen — es fallen bei der Mittleren Isar im ersten Ausbau rund 840 000 qm Böschungsdeckung, durchschnittlich 16 Zentimeter stark, und 320 000 qm Sohlendeckung mit Beton an —, wurde bei uns eine Arbeitsmethode eingeführt, welche seitdem ihren Weg weit über Bayern hinaus gefunden hat und überall, wo es sich um umfangreiche Böschungsbetonierungen handelt, angewendet wird (Abb. 2). Mittels Windwerk wird ein mit Beton gefüllter Trog über der Böschung hin bewegt. Während des Hinaufziehens leert sich der Trog allmählich auf der Böschung aus, der ausgeschüttete Beton wird durch eine mit dem Trog fest verbundene Walze sofort angedrückt. Dieser Arbeitsvorgang, von unserem Ingenieur Koppenhofer erdacht und eingeführt, gestattet gegenüber den früheren Arbeitsmethoden eine Einsparung von Handarbeit von über 30 Prozent.

Die 34 Brücken sind mit Ausnahme der zwischen Ober- und Unterföhring über den Kanal führenden Straßen- und Eisenbahnbrücken und der Eisenbahnbrücke bei Ismaning, die als eiserner Balkenträger hergestellt werden mußten, und einiger provisorischer Holzbrücken, sämtlich als Betonbogenbrücken ohne Pfeilereinbau in dem Kanalgerinne ausgeführt. Der Scheitel dieser Brücken liegt mit Rücksicht auf etwaige spätere Kanalschiffahrt 5,40 Meter über Wasserspiegel.

6 Kilometer unterhalb des Wehres ist in die rechtsseitige Kanalwand ein Auslaßbauwerk eingebaut, das dazu dient, vom Kanal aus Frischwasser in Fischteiche einzuleiten, die im Zusammenhang mit der Mittleren Isar ausgebaut werden sollen. Der Zusammenhang dieser Fischteiche mit dem Wasserkraftunternehmen der Mittleren Isar sei hier kurz gestreift: Nach Aufnahme der Wasserkrafterzeugung wird der Isar unterhalb des Wehres während mehrerer Monate des Jahres das Wasser vollständig entzogen werden, so daß die bisher bei Freimann ungeklärt eingeführten Münchener Abwässer dem Fluß nicht mehr wie bisher zugeleitet werden können. Von der Mittleren Isar wird daher gemeinsam mit der Stadt München am linken Isarufer bei Großlappen eine Kläranlage[3]) eingerichtet, welche nach ihrer Vollendung zu den größten bisher ausgeführten dieser Art zu zählen sein wird. Die vom derzeitigen Ende der Münchener Kanalisation beim Nordfriedhof in einem zurzeit im Bau befindlichen geschlossenen Kanal nach Großlappen geleiteten Münchener Abwässer werden dort in 16 Klärbecken modernster Bauart, bei der alle auf diesem Gebiet gemachten Erfahrungen berücksichtigt sind, mechanisch gereinigt. Das so gereinigte Wasser ist noch mit Fäulnisstoffen belastet und kann daher nicht in die wasserleere Isar eingelassen werden, das Wasser muß vorher noch einen biologischen Reinigungsprozeß durchmachen. Da wir bei der Mittleren Isar großes Interesse daran haben, die jahrausjahrein in Mengen von jetzt schon durchschnittlich 3,5 Sekunden-Kubikmeter (später bis zu 7,2 Sekunden-Kubikmeter anfallenden Abwasser in unseren Kraftwerken mit 83 Meter Fallhöhe nutzbar zu machen, werden diese Mengen vom linken Isarufer mittels Düker auf das rechte übergeführt und dort teils mit offener Leitung, teils mit Rohrleitung zu unserem Kanal herangebracht, über diesen hinweggeführt und den rechts vom

[3]) Vgl. Sonderheft der „Wasserkraft" Nr. 25 v. Jahrg. 1922 und 1921 S. 5.

Digitized by Google

Kanal anzulegenden Fischteichen zugeleitet, wo sie die notwendige biologische Reinigung durchmachen, ehe sie in den Kanal eingeleitet werden. Durch das oben erwähnte Auslaßbauwerk wird den Abwässern die nötige Frischwassermenge zugeführt, um den biologischen Reinigungsprozeß zu ermöglichen.

Neun Kilometer unterhalb des Wehres ist in die linke Kanalseite dasjenige Bauwerk eingefügt, das einem linksseitig vom Kanal auszubauenden Speicherweiher die zu seiner Füllung nötigen Wassermengen zuführt.

Ueber diesen Speicherweiher ist kurz folgendes zu sagen:

Als hochwertig können heutzutage nur Wasserkräfte bezeichnet werden, die es gestatten, zwischen dem stündlich wechselnden Kraftbedarf für Ueberlandversorgung und elektrischen Bahnbetrieb und der gleichmäßigen Wasserführung eines Flusses während eines Tages einen Ausgleich zu schaffen. Die Wertigkeit einer Kraft wird noch gesteigert, wenn darüber hinaus der unregelmäßige Zufluß an Kraftwasser in den einzelnen Jahreszeiten, wie er bei einem Gebirgsfluß die Regel ist, ausgeglichen werden kann. Diese Ueberlegungen führten bei der Mittleren Isar dazu, Vorsorge für eine solche Ausgleichsmöglichkeit in der Schaffung eines Speicherbeckens oberhalb des ersten Kraftwerkes zu treffen. Ein solches läßt sich durch Eindämmung eines 6,7 Quadratkilometer großen Geländes längs des Kanals in der Moosquerungsstrecke oberhalb Finsing erreichen. Bei 35 Millionen Kubikmeter Gesamt-Fassungsraum bietet dieses Staubecken bei einer Absenkung von 4,8 m einen Nutzraum von 30 Millionen Kubikmeter und gestattet einen weitgehenden Tages- und Wochen-Ausgleich. Während die Höchstnutzwassermenge in den oberen drei Mittlere-Isar-Kraftwerken 125 Sekunden-Kubikmeter beträgt, kann der Kanal ab Wehr bis zum Speicherweiher 150 Sekunden-Kubikmeter heranbringen. Mit der Unterschiedswassermenge von 25 Sekunden-Kubikmeter wird das Speicherbecken gefüllt, um in Zeiten von Kraftbedarf, der über die jeweilige von der Isar gelieferte Werkwassermenge hinausgeht, daraus Zusatzwasser zu entnehmen.

Das Speicherbecken lehnt sich an den linken Kanaldamm auf eine Länge von 7 Kilometern und eine Breite von durchschnittlich 1 Kilometer an und wird nach Norden durch einen Damm begrenzt, dessen Krone 2 Meter über höchstem Weiherwasserspiegel liegt. Die Ausführung des Dammes selbst ist vorerst nur teilweise in Angriff genommen und soll einem zweiten Ausbau-Abschnitt vorbehalten bleiben.

Der Speicherweiher endet direkt am

Kraftwerk Finsing,

das als oberstes der vier Mittlere-Isar-Kraftstufen 17 Kilometer unterhalb des Wehres zu stehen kommt. Die örtlichen Verhältnisse waren hier für Anlage einer Kraftstufe nicht besonders günstig; kein natürlicher Geländeabsturz erleichterte den Uebergang vom Oberwasser zum Unterwasser. Der Speicherweiher findet jedoch an der bei Finsing vorbeiführenden Staatsstraße München—Erding seine natürliche und durch die Höhenverhältnisse des dortigen Geländes auch sonst bedingte Begrenzung nach Osten, und das erste Kraftwerk nach dem Speicherweiher sollte aus Betriebsgründen unmittelbar an diesem liegen, da es doch die Aufgabe eines Schlüsselkraftwerkes für die ganze Kraftstufe zu erfüllen hat. Daher mußte die Kraftstufe Finsing hier trotz der wenig günstigen örtlichen Vorbedingungen ihren Ausbau finden. Die Oberwasserhöhe ist durch die Höhenlage des Wehres gegeben; die Unterwasserhöhe von Finsing bestimmte sich durch die Geländeverhältnisse für die Kanalführung von Finsing abwärts. Im Mittel beträgt das Nutzgefälle der Finsinger Kraftstufe 11 Meter, schwankt jedoch zwischen 12,3 und 6 Meter. Das wechselnde Gefälle ist bedingt durch die Dreiteilung des Oberwassers, das sowohl vom Werkkanal als auch vom Speicherweiher, wie auch vom Vorfluter der Fischteiche und des Grundwasser-Abfanggrabens herzuströmt. Bei Heranziehung des Speicherweiher-Nutzraumes wird der Weiherspiegel seine Höhe also im allgemeinen in anderem Maße ändern als der von der Wasserführung der Isar abhängige Werkkanal-Spiegel. Die bei Anordnung des Kraftbaues Finsing (Tafel I) zu lösende Aufgabe, trotz der im allgemeinen verschiedenen Höhenlage der drei Oberwasserspiegel die Kraftdarbietung möglichst restlos auszuwerten, war sowohl für den Bauingenieur als den Maschineningenieur ungemein reizvoll. Nach eingehenden Ueberlegungen und zahlreichen Vergleichsberechnungen wurde in Uebereinstimmung mit dem Urteil maßgebender Sachverständiger die beste Lösung darin gefunden, dem Oberwasser zwei Ausnützungsaggregate entgegenzustellen, und jeden der beiden Generatoren von vier auf einer wagrechten Welle sitzenden Einzel-Turbinen antreiben zu lassen, wobei die Welle senkrecht zur Zuflußrichtung des Wassers angeordnet ist. Durch ein System von Schaltschützen im Oberwasser können die verschiedenen Turbinen unabhängig voneinander und gleichzeitig unter der Wirkung verschiedener Oberwasserhöhen beaufschlagt werden. Für die Aggregate ergibt sich eine Drehzahl von 125 bzw. 150 Umdrehungen in der Minute. Jede Einzelturbine[4]) hat eine Schluckfähigkeit von 21 Sekunden-Kubikmeter und leistet bis zu 2700 PS. Die Turbinen von Finsing werden, ebenso wie die der übrigen Kraftwerke des ersten Ausbaues, von der Fritz Neumeyer A.-G. in München-Freimann geliefert, in der bekanntlich die altangesehene Turbinenfirma Briegleb, Hansen & Cie. in Gotha aufgegangen ist. Das Spezifische der Turbinenanordnung im Kraftwerk Finsing besteht in folgendem: Trotz des stark wechselnden Nutzgefälles wird für alle praktisch vorkommenden Fälle ein befriedigender Wirkungsgrad der Turbinen erreicht. Die auf Grund eingehender Vorversuche gewählte Ausbildung der Saugrohrkrümmer hat zwar zu einer gegenüber dem ersten Entwurf nicht unerheblichen Verlängerung des Krafthauses gezwungen, jedoch einen sehr erheblichen Wirkungsgrad-Gewinn gebracht, so daß der Mehraufwand für Verlängerung des Krafthauses in vollem Umfang gerechtfertigt ist. Der große Einfluß der Ausgestaltung des Saugrohrkrümmers auf den Wirkungsgrad einer Turbine sollte es zur Pflicht machen, bei allen Kraftwerk-Entwürfen diese Verhältnisse sorgfältigst und nötigenfalls unter Durchführung von Modellversuchen zu prüfen. Falsche Sparsamkeit hat in dieser Hinsicht schon vielfach großen Schaden angerichtet und zu dauernder Verschwendung von wertvollen Naturkräften geführt. Diese Verschwendung ist besonders gefährlich deshalb, weil sie wie eine schleichende Krankheit unbemerkt bleibt. Die beiden Generatoren — sie werden von der Max Schorch A.-G. in Rheydt (Rheinland) geliefert — erzeugen Drehstrom und leisten 6500 bzw. 7500 kVA. Von ihrer Konstruktion ist besonders die Unterteilung jeder Maschine in zwei nebeneinandergebaute Hälften zu erwähnen. Die Rotoren erhalten einen Durchmesser von 4754 mm und wiegen je 65 Tonnen.

Die Grundriß-Anordnung des Krafthauses war durch die Lösung der gestellten Aufgabe der restlosen Auswertung der gebotenen Kraftdarbietung bedingt: in der Mitte des Krafthauses der Generatorenraum, links und rechts anschließend die Turbinen-Aggregate. Das Wasserschloß ist bis unmittelbar an die oberwasserseitige Krafthausmauer herangerückt. Aus der Dreiteilung der Oberwasser-Zuläufe und der Forderung der nötigen Betriebssicherheit ergab sich die Notwendigkeit der Anordnung von je einem Leerschuß an jedem Ende des Krafthauses. Diese Leerschüsse sind als Uebergangsbauwerke mit schiefer Ebene gestaltet, die das abfließende Wasser zur Energie-Vernichtung durch Walzenbildung zwingen. An das Krafthaus schließt sich nach rechts das Steuerhaus mit dem Zentral-Kommandoraum für die Betriebsregelung der vier Mittleren Isar-Kraftwerke von Finsing aus an. Neben das Steuerhaus reihen sich die Schalthäuser, welche die übliche Anordnung aufweisen. Erwähnenswert ist nur, daß bei den Mittleren Isar-Kraftwerken jedes Aggregat mit einem zugehörigen 60 000- bzw. 100 000-Volt-Transformator eine betriebsmäßig nicht zu trennende Einheit bildet. Der Grund liegt in der Erzielung möglichster Betriebssicherheit der 60 000- bzw. 100 000-Volt-Anlage (60 000

[4]) Vgl. Abb. Jahrg. 1922 S. 261.

Digitized by Google

Volt für das Drehstrom-Netz, 100 000 Volt für das Bahnstrom-Netz).

Die Turbinen für das eine der beiden Finsinger Aggregate sind bereits betriebsfertig montiert; ebenso ist die Montage und Anlieferung der elektrischen Ausrüstung bereits soweit fortgeschritten, daß in Finsing die Betriebsaufnahme voraussichtlich im Mai oder Juni d. J. möglich sein wird. Schaltanlagen und Transformatoren liefern für Finsing die Sachsenwerke.

Das Krafthaus ist ebenso wie das Steuerhaus und die Schalthäuser seit geraumer Zeit fertiggestellt.

Wenn vorher schon von dem Charakter der Kraftanlage Finsing als Schlüsselwerk für die Kraftwerksreihe der Mittleren Isar und bei Erwähnung des Finsinger Steuerhauses von einem dort untergebrachten Zentral-Kommandoraum die Rede war, so sei hierzu folgendes erläutert: Der Parallelbetrieb verschiedener Kraftwerke macht es nach den bisherigen Erfahrungen schwierig, die individuelle Ausnützungsmöglichkeit jeder einzelnen Anlage voll auszuwerten. Nur durch eine zentrale Betriebsleitung kann erreicht werden, den gesamten Wirkungsgrad der zusammenarbeitenden Kraftwerke wesentlich zu verbessern. Besonders bei den Kraftwerken der Mittleren Isar, welche nicht nur auf der elektrischen Seite, sondern auch auf der Wasserseite zusammenhängen, wird der Vorteil einer zentralen Betriebsführung erheblich in Erscheinung treten. Im Kraftwerk Finsing ist daher eine Zentral-Kommandostelle vorgesehen, welche die Aufgabe hat, dafür zu sorgen, daß die jeweils gewünschte Energie-Anforderung mit möglichst geringem Wasseraufwand befriedigt wird, wobei die dafür erforderliche günstige Beaufschlagung der Turbinen durch eine geeignete Verteilung von Wirk- und Blindlast auf die Werke möglich gemacht werden muß. Finsing wurde als Platz für die Kommandostelle gewählt, weil einerseits hier die Wasserzuteilung aus dem Werkkanal, dem Vorfluter oder dem Speicherweiher vorgenommen wird, anderseits Finsing das München am nächsten gelegene Kraftwerk ist. Den Dispositionen der Zentralkommandostelle, welche in einem eigenen Raum des Steuerhauses neben dem Betätigungsraum untergebracht ist, dienen die Angaben der Pegelstände, Wassermengen, Schützenstellungen, Wirkleistungen, Blindleistungen und der Schalterstellungen, welche fortlaufend von den Kraftwerken telephonisch gemeldet werden und auf einem Schema des Kanals und der maschinellen und elektrischen Einrichtungen übersichtlicher Weise festgehalten werden. Für die telephonische Verbindung zwischen den Kraftwerken und der Zentralkommandostelle steht eine Telephonkabelanlage zur Verfügung. Einige wichtige Pegelstände werden direkt, d. h. ohne telephonische Weitergabe im Zentralkommandoraum angezeigt. Es ist in Aussicht genommen, die Anlage späterhin dadurch zu vervollständigen, daß Uebermittlung der Betriebsangaben nach der Zentralkommandostelle anstatt telephonisch durch eine automatische Einrichtung erfolgt.

Die Gesichtspunkte, nach denen die Zentralkommandostelle den Betrieb führen wird, ergeben sich aus folgendem: Wenn die Wirkungsgrade der Turbinen für alle Belastungen gleich oder doch nur so wenig verschieden wären, wie dies z. B. bei elektrischen Maschinen der Fall ist, so wäre zweifellos das wirtschaftlichste ein Betrieb der Kraftwerke mit stetigem Wasserdurchfluß durch sämtliche Kraftwerke. Es wäre dabei sogar möglich, bei allen Belastungen und Belastungsschwankungen Wasserverluste (über die Leerschüsse) durch eine automatische Regulier-

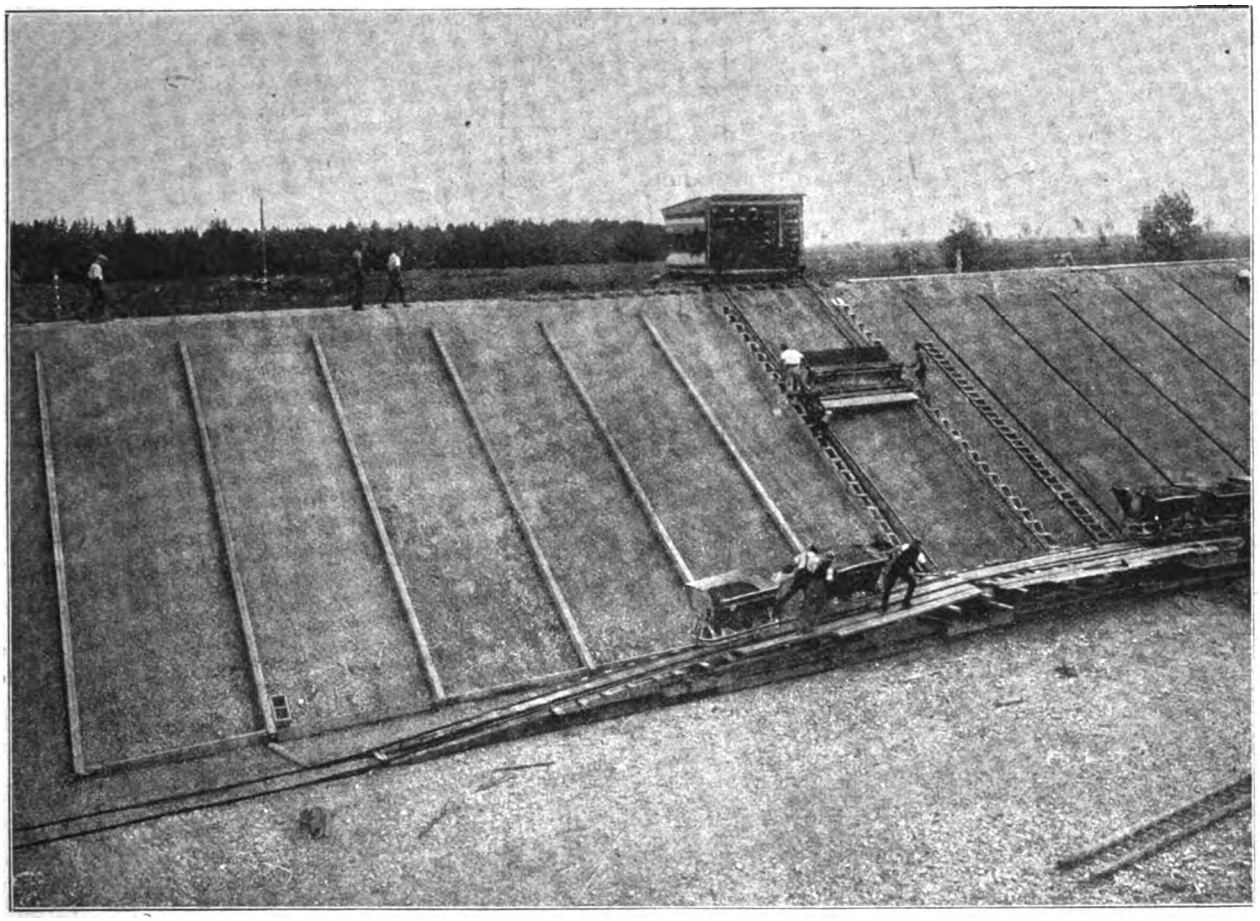


Abbildung 2. Betonieren der Kanalböschungen.

Digitized by Google

anlage zu vermeiden. Die Turbinen der Mittleren Isar, vor allem die der Großstufen, besitzen jedoch bei einem sehr guten Vollast-Wirkungsgrad eine Teil-Wirkungsgradkurve. Man muß also darnach trachten, stets möglichst viele Turbinen voll belastet laufen zu lassen. Es kann dies geschehen durch verschiedene Beaufschlagung der einzelnen Kraftwerke und stetigen Wasserdurchfluß durch den Kanal. Ueberschlägige Rechnungen zeigen, daß bei geschickter Betriebsführung auf diese Weise der Gesamtwirkungsgrad um 5—10% verbessert werden kann.

Unterhalb Finsing setzt sich der Kanal zuerst im Einschnitt fort. Solange der Kanal unter dem Grundwasserspiegel liegt, muß auf eine Ausbetonierung von Böschung und Sohle verzichtet werden, der Kanal wird dort als reines Erdprofil ausgeführt. Im weiteren Verlauf werden die Böschungen mit Beton belegt.

Nachdem sich der Kanal von Finsing abwärts längs der tertiären Höhenzüge des rechten Isar-Niederungsrandes entwickelt hat, erreicht er bei

Aufkirchen

die Höhe dieser welligen Erhebungen (Tafel II). Hier, 12 Kilometer unterhalb Finsing, ergab sich Gelegenheit, die erste Großstufe einzuschalten. Es können dort im Mittel 26,4 Meter Gefälle konzentriert nutzbar gemacht werden. Der Uebergang vom Wasserschloß zu den Turbinen wird hier mit Rohren bewerkstelligt, welche die gigantischen Abmessungen von 5 Meter Durchmesser erhalten. Wenn die Rohrbahn gleichlaufend mit den sich sanft neigenden Geländeabhängen geführt worden wäre, hätte sich eine Länge der Rohre von mehr als 200 Meter nötig gemacht. Es mußte daher das Kraftwerk durch Eintiefen in den Hang so nahe an das Wasserschloß herangeführt werden, daß sich zwischen zweckmäßiger Länge der Rohre und den Kosten der Eintiefungsarbeiten für Krafthaus und Unterwasser ein entsprechender Ausgleich ergab. Die Rohrbahn erhielt dabei eine Länge von 33,4 Meter. Für das Krafthaus und das daran anschließende Unterwasserbecken mußte ein Aushub von mehr als 300 000 Kubikmeter in Kauf genommen werden.

Die wichtigste Aufgabe bei der Projektierung der Kraftanlage Aufkirchen war auch hier die Wahl der richtigen Maschinen-Aggregatgröße, der zweckmäßigsten Aggregatszahl und der einwandfreiesten Aggregatsart. Schon die Anfangsüberlegungen hatten als grundsätzlich ergeben, daß der Betrieb der Kraftwerke der Mittleren Isar sich auf eine möglichst geringe Anzahl von Maschinen abstützen könne, da die Aggregate der einzelnen Werke untereinander als Reserve dienen, ferner daß die Wirtschaftlichkeit der ganzen Anlage möglichst große Einzel-Aggregate verlange, da die auf die Krafteinheit bezogenen Baukosten der Maschinen und des umhüllenden Krafthauses, sowie des zugehörigen Wasserschlosses und der Rohrleitungen mit zunehmender Maschinengröße sich erheblich abmindern. Da jedoch in jeder der drei Großkraftstufen der Mittleren Isar sowohl Einphasenstrom für Eisenbahnzwecke als auch Drehstrom für das Bayernwerk erzeugt werden muß, war es nicht möglich, die obigen Forderungen, möglichst große Aggregate aufzustellen, sich bis in die letzten Konsequenzen auswirken zu lassen. Es müssen aus Gründen der Betriebserfordernisse und Betriebssicherheit der Bahnstromversorgung in jeder der zwei mittleren Großstufen zwei Bahnmaschinen zur Aufstellung kommen, woraus sich dann zwangsläufig auch für den Drehstromteil zwei Maschinen gleicher Größe ergeben, so daß also in Aufkirchen vier Aggregate mit je 12 Sekunden-Kubikmeter Schluckfähigkeit der Antriebsmaschinen zur Aufstellung gelangen. Die Frage, ob sich die Aggregatszahl dadurch hätte vermindern lassen, daß nicht gleichzeitig in jeder der Großstufen Einphasenstrom und Dreiphasenstrom erzeugt würde, mußte von vornherein deswegen verneint werden, weil eine solche Aufteilung der Krafterzeugung in einer Kraftwerksreihe wie der der Mittleren Isar bei den zeitlich so stark wechselnden und so ungleichen Beanspruchungen der beiden Stromverbrauchsarten an die vorhandene Kraftwassermenge zu unwirtschaftlicher Wasserverschwendung hätte führen müssen. Wäre z. B. der Bahnstrombedarf in den Mittagsstunden das doppelte des Drehstrombedarfes und in den Abendstunden umgekehrt, dann müßte vormittags im Drehstromkrafthaus, abends im Bahnstromkrafthaus ein großer Teil des Kraftwassers jeweils nutzlos ablaufen. Bei Nebeneinanderanordnung von Bahnstrom- und Drehstrommaschinen läßt sich unter Ausnützung der möglichen Speicherung das Werkwasser auf die verschiedenen Kraftstufen so verteilen, daß fast alles Wasser ausgenützt werden kann.

Außerordentlich schwerwiegend war die Wahl der Aggregatsart, ob Maschinen mit stehender oder liegender Welle. Bei Maschinen mit wagrechter Welle hätte man durch Verwendung von Zwillingsturbinen wohl eine höhere Drehzahl erreichen können, jedoch ließen folgende Hauptgründe die Wahl der lotrechten Welle mit Einradturbinen nach dem Beispiel gleichartiger neuerer Ausführungen in der Schweiz (Mühleberg, Olten-Goesgen, Eglisau) und in Nordamerika als richtig erscheinen: der Einlauf in die Spirale wird überaus glatt unter Vermeidung jeder scharfen Krümmung. Hätte man horizontalachsige Spiralturbinen gewählt, so wäre der glatte Einlauf nur möglich geworden, wenn man die Welle parallel zur Längsrichtung des Maschinenhauses angeordnet hätte, wie es ja auch bei Finsing geschehen ist, was jedoch bei den Großstufen mit ihrer höheren Aggregatszahl zu übermäßiger Länge des Krafthauses geführt hätte. Stirnkesselturbinen hätten ebenfalls schlechtere Zulaufverhältnisse für das Wasser gebracht, das an dem in dem Kessel eingebauten Ablaufkrümmer vorbeiströmen muß, was außerdem nur eine unvollkommene Zugänglichkeit der in dem Kessel eingebauten Turbinen mit sich gebracht hätte. Alle Lager und Teile, die betriebsmäßiger Wartung bedürfen, sind bei der Turbine mit lotrechter Welle übersichtlich angeordnet und leicht zugänglich, die Nutzleistung der Turbine ist um 3—4 Prozent größer gegenüber anderen für uns in Frage gekommenen Anordnungen, das Krafthaus läßt sich mit verhältnismäßig geringer Breite herstellen. Kurzschlußsicherheit und Durchgangssicherheit der Maschinenaggregate wird leicht und mit voller Gewähr erreicht. Die gegen die notwendigen Drucklager vorgebrachten Bedenken wurden von sämtlichen zugezogenen Sachverständigen mit aller Bestimmtheit als unberechtigt verneint. Allerdings hätte man auch mit Stirnkesselturbinen eine gute, sogar ausgezeichnete Zugänglichkeit erreichen können, wenn man statt der Zwillingsanordnung eine einfache Turbine gewählt hätte. Man würde dabei natürlich keine höhere Drehzahl erreicht haben wie mit der senkrechten Einradturbine, wäre also dieses Vorteils der Horizontalanordnung verlustig gegangen, während die schon bei den Zwillingsturbinen erwähnten Nachteile des schlechteren Wirkungsgrades, bedingt durch ungünstigen Zulauf und Vorhandensein des Saugrohrkrümmers, geblieben wären. Die im Jahre 1920 getroffene Wahl von Aggregaten mit lotrechter Welle hat inzwischen eine vollständige Rechtfertigung dadurch gefunden, daß man in Nordamerika im Laufe der letzten Jahre bei Großkraftwerken zu nahezu ausschließlicher Verwendung von senkrecht stehenden Aggregaten übergegangen ist.

Die bei der Mittleren Isar getroffene Wahl bedingt die folgende Ausbildung der Maschinen, wobei ich mich auf die Wiedergabe der wichtigsten Zahlen beschränken möchte. Bei einem Gefälle von 26,4 Meter und einer Schluckfähigkeit von 12 Sekunden-Kubikmetern leistet jede der vertikalen Einradturbinen 12 700 PS bei 166⅔ Umdrehungen in der Minute. Das Wasser wird den Turbinen durch Blechspiralgehäuse zugeführt, die sich an die vom Wasserschloß herunterkommenden 5 Meter weiten Rohrleitungen anschließen. Nach dem Unterwasser hin wird das in den Turbinen verbrauchte Wasser durch gerade, konische Blechrohre in die offenen Auslaufkammern abgeleitet. Die gewaltigen Spiralgehäuse messen in der Krafthaus-Längsachse gesehen 11,7 Meter, die Entfernung von Welle zu Welle der einzelnen Aggregate, somit die Aggregatsbreite, beträgt 14,5 Meter. Die Turbinenwelle hat 500 mm Durch-

Digitized by Google

messer, das Rotorgewicht der Drehstromgeneratoren beträgt 55 Tonnen bei 4770 mm Durchmesser, der Einphasengeneratoren 120 Tonnen bei 4510 mm Durchmesser. Der Außendurchmesser der Generatorengehäuse ist 7,2 bis 7,6 Meter. (Die Drehstrom- und Bahnstrommaschinen werden für Aufkirchen und das gleichgeartete Kraftwerk Eitting von Brown, Boveri & Cie., A.-G., Mannheim, bezw. Siemens-Schuckert, Berlin, geliefert.) Die ganze Aggregatshöhe von der Unterkante des konischen Auslaufrohres bis zur Oberkante des über dem Generator liegenden Spurlagers bemißt sich auf 20,6—21,5 Meter. Die Spiralgehäuse der Turbinen sind die größten, die bisher überhaupt gebaut wurden. Weitere interessante Einzelheiten der Antriebs- und elektrischen Maschinen sind durch die vorliegende Literatur[5]) darüber bekannt.

Nicht versäumen möchte ich aber, auf eine der Begleiterscheinungen aufmerksam zu machen, welche sich bei solchen modernen Mammut-Aggregaten ergeben, wie sie bei uns in den Großkraftstufen zur Erstellung kommen. Die enormen Gewichte der Maschinen und die gewaltigen Schwungmassen der sich drehenden Aggregatsteile verlangen eine außerordentlich sorgfältige Bemessung und Ausführung der Unterbauten. Bei Berechnung der erforderlichen Bauteile kam man zu vollständig neuartigen Lösungen. Es machten sich außerordentlich starke Eisenbewehrungen in den Turbinen- und Generatorengewölben nötig. Trotz des notwendig werdenden Waldes von Eisenstäben ist diese durch die Wahl größerer Aggregate bedingte Konstruktionsart doch die rationellste, weil die Gesamt-Abmessungen der Gebäude und die Gesamtgewichte der Maschinen auf diese Weise das mögliche Mindestmaß erreichen.

Die Kraftanlage Aufkirchen mußte, durch die örtlichen Verhältnisse bedingt, folgende Grundriß-Einteilung erhalten:

Das eigentliche Krafthausgebäude setzt sich nach rechts in den Abstellraum und in das Steuerhaus fort, um das sich die verschiedenen Schalthäuser gruppieren. Links vom Krafthaus ist der Leerschuß angeordnet; für den bei seiner großen Bedeutung für den Kraftbetrieb außerordentlich sorgfältige Durchbildung für nötig erachtet wurde. Nach vorhergegangenen, sich fast über ein Jahr erstreckenden Modellversuchen wurde für den Leerschuß-Längenschnitt auch hier die schiefe Ebene gewählt. Das dem Leerschuß durch die Leerschuß-Schützen, ein Ueberaich und eine Heberanlage zugeführte Wasser gleitet in zwei Absätzen zu Tal; zwischen diesen beiden Absätzen und am Fuße der unteren Abgleitstrecke wird das Wasser zur Walzenbildung und damit zur Energievernichtung gezwungen. Das gewaltige Bauwerk kann die gesamte Betriebswassermenge von 125 Kubikmeter abführen.

Krafthaus, Steuerhaus und Schalthäuser sind bis auf die Außenputzarbeiten des 100 000-Volt-Schalthauses bereits fertiggestellt.

Die Montagearbeiten an den Turbinen haben schon seit längerem begonnen, die beiden Drehstromantriebmaschinen sind in ihrem Aufbau soweit fortgeschritten, daß ihre gewaltigen Abmessungen bereits in Erscheinung treten. Auch in den Schalthäusern sind die Arbeiten der A.E.G. für die elektrischen Einrichtungen schon weit gediehen. Die Montage der elektrischen Maschinen und der Rohre beginnt in den nächsten Wochen, so daß die Inbetriebnahme der beiden Drehstrommaschinen in Aufkirchen für Mitte des Jahres möglich sein wird.

Die oben beschriebene Lagenanordnung der Einzelteile der Kraftanlage Aufkirchen ist beeinflußt durch die der Mittleren Isar auferlegte Rücksichtnahme auf einen späteren Schiffahrtsbetrieb in den Werkkanälen. Zur Ueberwindung der Höhenunterschiede an den Kraftstufen müssen erst bei Einführung des Schiffahrtsbetriebes Schleusentreppen neben den Kraftanlagen gebaut werden. Die Lagenanordnung der Krafthäuser, Schalthäuser, Leerschüsse wurde nun so getroffen, daß sich diese Schleusentreppen in späterer Zeit ohne besondere Schwierigkeiten anlegen lassen, und ihre Zu- und Ablaufgerinne in die bestehenden Werkkanäle zweckmäßig einmünden können. Die Berücksichtigung dieser Forderung bedingte bei Aufkirchen die Anordnung der Schalthäuser rechts von den Turbinengebäuden.

Sechs Kilometer unterhalb Aufkirchen, bei

Eitting,

ergab sich die Möglichkeit, eine weitere Großstufe auszubauen, die nach ihrer Größe, Gefällshöhe und Ausgestaltung genau der von Aufkirchen entspricht, so daß man die beiden Kraftanlagen als Zwillingswerke bezeichnen kann. Alles bezüglich der Einrichtungen bei Aufkirchen Gesagte gilt in gleicher Weise auch für Eitting; lediglich die Lagenanordnung der Schalthäuser und des Leerschusses ist insofern eine andere, als in Eitting der Leerschuß rechts vom Turbinengebäude, die Schalthäuser links davon ihren Platz erhalten mußten, da hier der Umgehungskanal für die Ermöglichung der späteren Schiffahrt und die Aufnahme der Schleusentreppen aus örtlichen Gründen sich nur rechts von der Krafthausanlage entwickeln kann. Der Leerschuß mußte abweichend von der Anordnung bei Aufkirchen ausgestattet werden, da örtliche Geländeverhältnisse am Kraftbaus Eitting zur Zusammenziehung der dortigen beiden Gleitebenen in eine einzige zwangen.

Der Ausbau der Kraftstufe Eitting konnte mit dem von Finsing und Aufkirchen nicht gleichen Schritt halten; da der endgültigen Festlegung der Baumaßnahmen der dritten Kraftstufe längere Zeit Schwierigkeiten entgegenstanden. Jedoch ist Vorsorge getroffen, daß durch eine um mehrere Monate verzögerte, spätere Fertigstellung von Eitting die vorgängige Inbetriebnahme von Finsing und Aufkirchen nicht aufgehalten wird, da es möglich ist, in der Zwischenzeit das Werkwasser durch den bereits jetzt fertiggestellten Leerschuß um das Turbinengebäude herumzuführen.

Von der Baufirma Sager & Woerner sind in vorbildlicher Weise für diese Baustelle neuzeitliche Betonierungs-Einrichtungen in Verwendung genommen, die gestatten, den Beton mittels beweglicher Rinnen in bequemster Weise an die einzelnen Verwendungsstellen zu verbringen und dort unter Gewähr für die volle Auswirkung der Güte des Baumittels zu verwenden. Nur mit solchen Methoden sind die außerordentlich raschen Baufortschritte an den großen Krafthausbauten der modernen Wasserkraftwerke zu ermöglichen. Es sei darauf aufmerksam gemacht, daß der Krafthausaufbau in Aufkirchen mit seinen der Länge und Höhe nach der Frauenkirche in München nahezu gleichkommenden Ausmaßen nur sieben Monate benötigte, bis er unter Dach kam. Erwähnenswert ist die von der Lösung bei Aufkirchen abweichende Ausgestaltung des Leerschusses in Eitting. Die örtlichen Geländeverhältnisse gestatten in Eitting nicht die Längenentwicklung wie bei Aufkirchen, die dortigen beiden Gleitebenen wurden daher in Eitting in eine zusammengezogen.

Unterhalb Eitting sind die Baumaßnahmen für die Zurückleitung des Wassers in die Isar — im ersten Ausbau der Mittleren Isar sollen ja nur die drei oberen Kraftwerke in Betrieb genommen werden — nahezu vollendet. Auf vier Kilometer Länge von Eitting abwärts erhielt der Werkkanal seine endgültige Ausgestaltung, wie sie die spätere Fortsetzung des Kanals bis zum vierten Kraftwerk bei Pfrombach bedingt. Bei Lern wird ein Uebergangsbauwerk eingelegt, welches das von Eitting herabkommende Wasser senkrecht zum Werkkanal einem Gerinne zuleitet, das bis zur Durchführung des Vollausbaues der Mittleren Isar das Nutzwasser der oberen drei Kraftstufen fünf Kilometer oberhalb Moosburg in die Isar zurückführen wird. Dieses Gerinne, der sogenannte Semptflutkanal, dient zugleich dem dauernden Zweck, die Hochwasser der Sempt, einem im Erdinger Tal herunterkommenden Nebenfluß der Isar, über den unser Werkkanal hinweggeführt werden muß, aufzunehmen. Das Ablenkungsbauwerk bei Lern wird daher zugleich als Düker für die Kreuzung der Semptwässer mit unserem Werkkanal ausgebaut. Das umfangreiche Bauwerk — sind doch bis zu 120 Sekunden-Kubikmeter Hochwasser unter dem Kanal wegzuleiten — ist bis auf geringe Ergänzungsarbeiten fertiggestellt und wasseraufnahmebereit.

[5]) „Die maschinellen und elektrischen Einrichtungen der Mittleren Isar A.-G." Jahrg. 1922 Nr. 14 und 15.

Digitized by Google

Vom Bau des Walchenseekraftwerkes

Allen Alpenwanderern und Automobilisten, die Bayern in der Richtung von München nach Tirol bereisen, ist die im Zuge der Staatsstraße München-Mittenwald am Nordrand der bayerischen Voralpen gelegene Gegend des Herzogstandes bekannt, in welcher z. Zt. Deutschlands größtes Hochdruckwasserkraftwerk der Vollendung entgegengeht.

Die Ausführungsarbeiten zum Walchenseewerk waren in drei Baulosen vergeben:

1. Die Wehranlage in der Isar bei Krünn, die Ueberleitung des Isarwassers in den Walchensee, bestehend aus 5 km offenem zum Teil betoniertem Kanal und einem 1,5 km langen Freispiegelstollen.

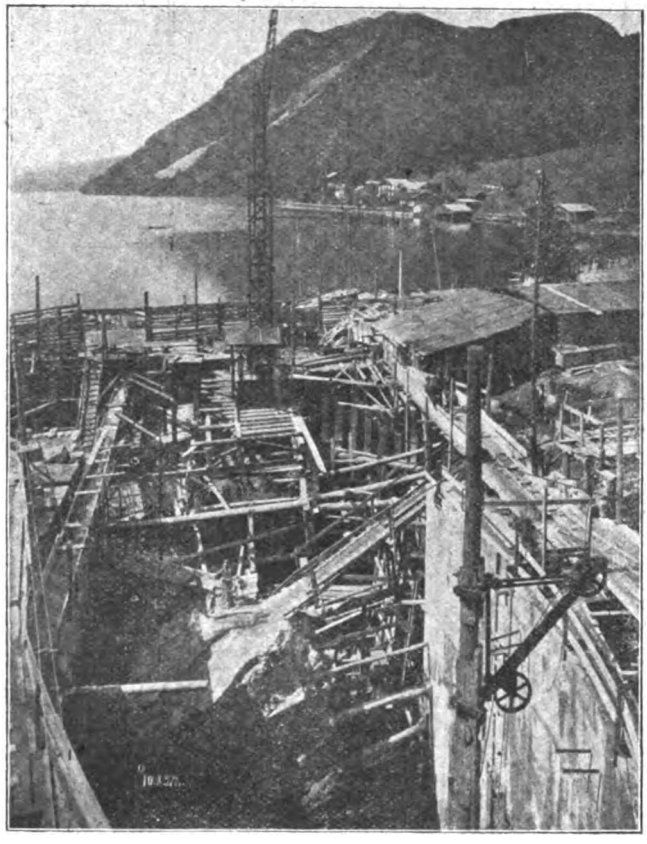


Abbildung 1. Einlaufbauwerk

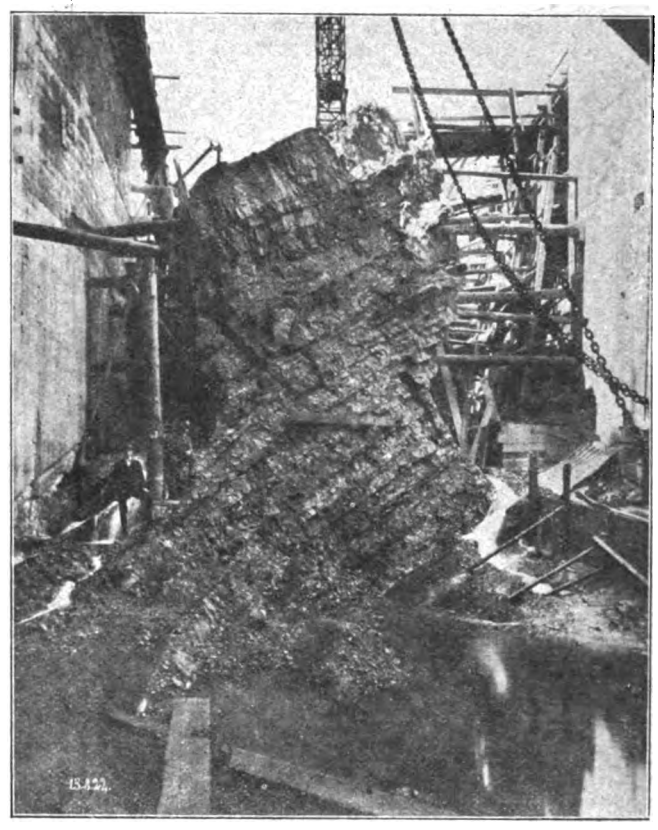


Abbildung 2. Einlaufbauwerk

2. Der Kesselbergdurchstich, umfassend das Einlaufbauwerk in Urfeld und den Druckstollen; das Wasserschloß und die anschließende Rohrbahn.
3. Das Kraft- und Transformatorenhaus samt Unterwasserkanal.

Den interessantesten, aber auch vorneweg schwierigsten Teil der Arbeiten, das Baulos 2, hatte die seit dem Bau des Deutschen Museums auch in Süddeutschland ansässige Tiefbauunternehmung Rud. Wolle, Leipzig-München, übernommen und unter enormen, teils unverhofften Schwierigkeiten und dadurch bedingten Abänderungen plan- und fachgemäß zur Ausführung gebracht.

Hierüber seien nachfolgend die wichtigsten Angaben wiedergegeben:

Das Einlaufbauwerk (Abb. 1) in Urfeld am Walchensee besteht aus einem kurzen, sich trichterförmig erweiternden 12 m breiten Kanal mit Feinrechen und doppeltem Abschluß durch zwei Rollschützen in getrennt hintereinander liegenden Schächten. Dieses bis zu 16 m Tiefe sich absenkende Einlaßgerinne sollte ursprünglich von der Oberfläche nach der Tiefe zu ausgehoben werden, zu welchem Zwecke die ganze große Baugrube gegen den See mit eisernen Spundwänden abgeschlossen worden war. Es gelang jedoch trotz der großen installierten Pumpenanlage nicht, das unter den eingerammten Spundwänden durch die Sohle eindringende Seewasser abzuhalten, so daß man sich entschließen mußte, von der Bergseite her aus dem Stollen heraus bergmännisch zunächst die Fundamente für die Ufermauern auszusprengen, dann diese Fundamentstollen nach oben aufzuschlitzen und in diese verkleinerten Baugruben den Mauerbeton einzubringen. Erst nach Erstellung dieser Umfassungsmauern wurde der inzwischen stehen gebliebene Fels- und Erdkern (Abb. 2) entfernt und die Sohle der übrigen Bauwerksteile eingebracht.

Der an das Einlaufbauwerk sich anschließende rd. 1200 m lange Druckstollen (Abb. 3) erhielt einen Querschnitt von 18 qm und 3‰ Gefälle. Die in ihm auftretende Wassergeschwindigkeit wird bei der größten Betriebswassermenge von 60 cbm/sec. etwas über 3 m pro Sekunde betragen. Der Stollen durchfährt das in der Hauptsache aus standfestem Plattenkalk und Hauptdolomit bestehende Gebirge unter der wohlbekannten Kesselbergstraße bei einer höchsten Ueberlagerung von rund 160 m. Er mündet am Nordabhang eines Ausläufers des Herzogstandes (Abb. 4) in das ca. 200 m über der Talsohle vorgelagerte Wasserschloß.

Die Stollenauskleidung war ursprünglich nur in Beton in einer mittieren Stärke von 35 cm vorgesehen. Seit den unangenehmen Erfahrungen an einigen ausländischen Druckwasserstollen war man jedoch in Bezug auf Rissebildung, namentlich in den Arbeitsfugen parallel zur Stollenachse, sehr vorsichtig geworden. Es wurde deshalb statt des früheren Hufeisenprofiles das statisch sicherere Kreis-

Digitized by Google

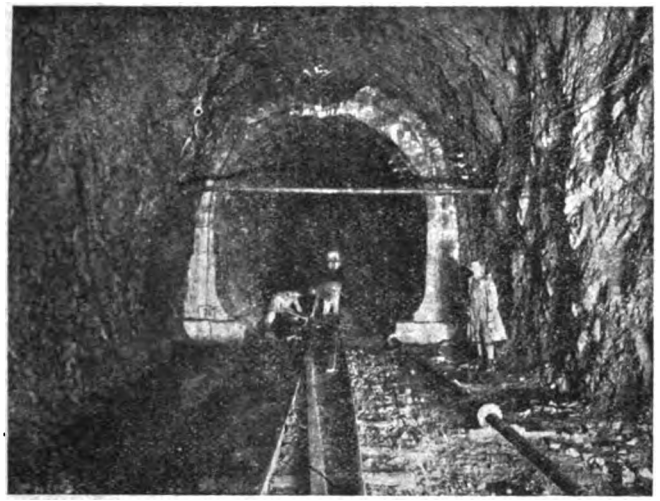


Abbildung 3: Stollen

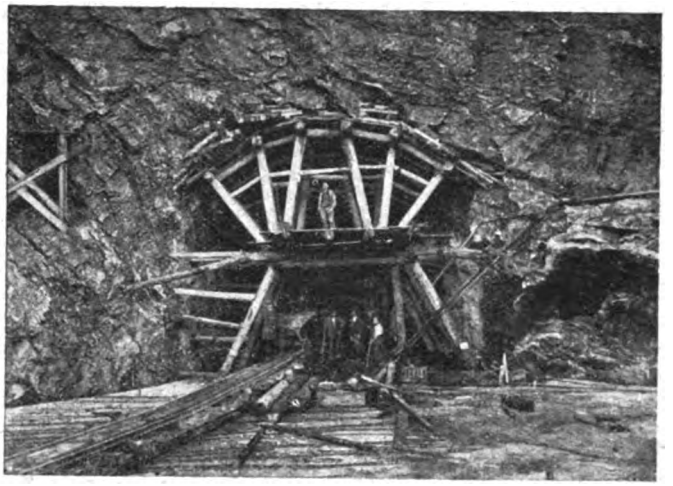


Abbildung 4: Alt Joch, Tunnel-Ausgang

profil gewählt, außerdem eine früher nicht vorgesehene Eisenbewehrung der an den Felsen anschließenden Betonauskleidung vorgenommen (11 Rundeisen 12 mm ⌀ pro lfd. m bis zu 12 Rundeisen 20 mm ⌀, je nach Gebirgsbeschaffenheit) und schließlich der wasserdichte Innenputz nicht wie bisher üblich mit Hand aufgebracht, sondern mittels der aus Amerika stammenden Betonspritzkanone — sogenanntes Torkretverfahren — mit Preßluft an die Betonschale angeschossen. Der Erfolg dieser Maßnahmen hat sich in der Güte und Dichte der ausgeführten Felsverkleidung samt Putz in vollem Umfange eingestellt.

Dies ist um so wichtiger, als bekanntlich beim Stollenvortrieb in der ungefähren Mitte eine 60 m lange Anhydritstrecke angefahren wurde. Diese Zone in allen Baustadien wasserfrei zu halten, war eine der größten Sorgen während der Ausführung; denn Anhydrit ist stark wasseraufsaugend, kann dabei sein Volumen bis um 60 Proz. ausdehnen und ist dadurch in der Lage, auch den stärksten Einbau zu zerdrücken. Schon die im Stollen immer herrschende höhere Luftfeuchtigkeit vermag den Umwandlungsprozeß in Gipskristalle einzuleiten. Es wurde deshalb diese Strecke als erste Ausmauerungsarbeit des ganzen Stollens ausgeführt und zwar mit säurefesten Kunststeinen in einer Stärke von 1 m. In diese als Druckring geltende Felsverkleidung wurde ein eisenbewehrter Torkretring (8 Rundeisen 24 mm ⌀ auf den lfd. m) von 10 cm Stärke als wasserdichter Zugring zur Aufnahme des bei gefülltem Stollen entstehenden inneren Ueberdruckes eingefügt. An eisernen Bolzen, die gleich nach ausgeführtem Vollausbruch einbetoniert worden waren, wurden jahrelang genaue Messungen vorgenommen, aus deren Ergebnis die Tatsache resultiert, daß keinerlei Blähungen im Gebirge und in der Lage der Auskleidung erfolgt sind und somit die Abhaltung des Bau- und Gebirgswassers vom Anhydrit als vollständig geglückt bezeichnet werden kann.

Abbildung 5: Wasserschloß und obere Seilbahn-Station

Den Uebergang vom geschlossenen Wasserstrang des Druckstollens zu den sechs Druckrohren vermittelt das Wasserschloß (Abb. 5), welches aus einem in den Felsen eingesprengten, an der Talseite durch eine 24 m hohe, am Fuß 15 m starke Staumauer abgeschlossenen rechteckigen Becken von ca. 10 000 cbm Inhalt besteht.

Nach dem Apparatehaus führen sechs eiserne Druckrohrleitungen auf de m durchschnittlich 35 Grad geneigten, von seiner Erdüberlagerung befreiten Steilhang ins Tal. Die mittlere Länge dieser Rohrbahn beträgt etwa 430 m, der Höhenunterschied in der Rohrlage beim Austritt aus dem Apparatehaus und vor dem Krafthaus rund 180 m. Zur Aufnahme des Schubes der Rohre an Brechpunkten der Leitung sind vier Festpunkte aus teilweise armiertem Beton angeordnet, zwischen denen 35 Auflagerklötze in Entfernungen von 8 m entsprechend der Baulänge der Rohre eingeschaltet sind.

Das anschließende Kraftwerk mit seinen Einrichtungen findet sich bereits im vorhergehenden Bericht[1]) kurz beschrieben.

Die vorbeschriebenen Bauteile bilden den Kern der ersten und Hauptausbaustufe des Walchenseekraftwerkes, welches in seinem ganzen Umfange die Ausnützung der am Wehr unterhalb Mittenwald angezapften Isar bis zur Einmündung der Loisach — des natürlichen Abflusses des Kochelsees — in die Isar in mehreren Kraftstufen mit zusammen rund 300 m Gefälle auf ca. 50 km Ausbaulänge umfaßt.

Kurz vor Weihnachten v. J. sind Stollen und Wasserschloß der Bauherrschaft zur Ausprobung durch Einlassen des Wassers aus dem bereits im Mai 1923 fertiggestellten Einlaufbauwerk übergeben worden. Die Füllung des Stollens und des Wasserschlosses bis zum Stollenscheitel erfolgte rasch, während das Einlassen in den oberen Wasserschloßteil und damit die wachsende Beanspruchung der talseitigen Wasserschloßstaumauer sehr langsam — im Verlauf mehrerer Tage — vorgenommen wurde, bis sich der Wasserstand im Wasserschloß mit dem im Walchensee ausspiegelte. Das Bauwerk blieb dann 24 Stunden dem vollen Wasserdruck ausgesetzt, worauf die Entleerung durch einen 180 m langen Seitenstollen in eine natürliche Felsrunse eingeleitet wurde. Dabei wurde die Druckabnahme durch langsames Heben der Entleerungsschütze geregelt. Der Ablauf der eingelassenen 30 000 cbm Wasser war nach 36 Stunden beendet.

Eine noch in der Nacht vorgenommene Besichtigung, sowie die tags darauf gemeinschaftlich von der Bauherr-

[1]) Diese Zeitschrift Heft 6, S. 69.

Digitized by Google

schaft und der ausführenden Firma durchgeführte Ableuchtung ergaben, daß Stollen und Wasserschloß vollständig rissefrei und dicht geblieben waren. Die während der ganzen Dauer der Füllung und Entleerung durchgeführten Beobachtungen und Messungen bewiesen, daß außer den unvermeidlichen, genau meßbaren und geringen Undichtheiten an der Entleerungsschütze und den Drosselklappen keinerlei Wasser durch den unterhalb des Stollenprofils gelegenen Bauwassergraben und insbesondere nicht durch den Beton der Stollenauskleidung in das Gebirge selbst hinein verloren ging.

An diese Probefüllung schloß sich am 11. Januar die Erprobung der beiden östlichen Rohrstränge mit befriedigendem Erfolge an. Die folgenden Wochen waren ausgefüllt mit dem Einlaufen der ersten beiden fertig montierten Francisturbinen und Drehstromgeneratoren.

Das Bayernwerk, welches zum Zwecke elektrischer Messungen von der Kraftanlage Meitingen bei Augsburg aus bereits unter Spannung gesetzt und ausgeprobt worden war, stand ebenfalls ab Mitte Dezember zur Stromaufnahme bereit.

Somit waren Ende Januar, wie vorgesehen, alle Vorbereitungen getroffen und durchgeprüft, um die teilweise Inbetriebnahme erfolgen zu lassen.

Aus der weiteren Fertigstellung der Anlage, wie Verlegen der seinerzeit von den Franzosen im Ruhrgebiet zurückgehaltenen und inzwischen im Inland neu beschafften letzten Rohrsträngen, Montagen der Einphasen-Bahnnetz-Aggregate, Innenausbau des Transformatorenhauses und der Schaltanlage und dergl., wird trotz des strengen Winters fieberhaft gearbeitet, so daß mit der programmäßigen Aufnahme des Vollbetriebes zu Beginn der zweiten Jahreshälfte mit Sicherheit gerechnet werden kann. R.

Rundschau

Wasserkraftanlagen

Eine hydraulische Akkumulierungsanlage beachtenswerter Größe ist beim Wiederaufbau der oberelsässischen Industrie für die Manufactures Hartmann et

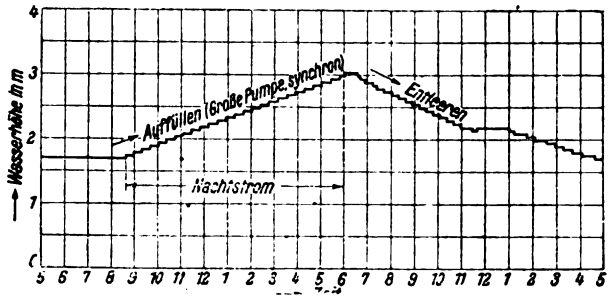


Abbildung 1: Betriebsplan

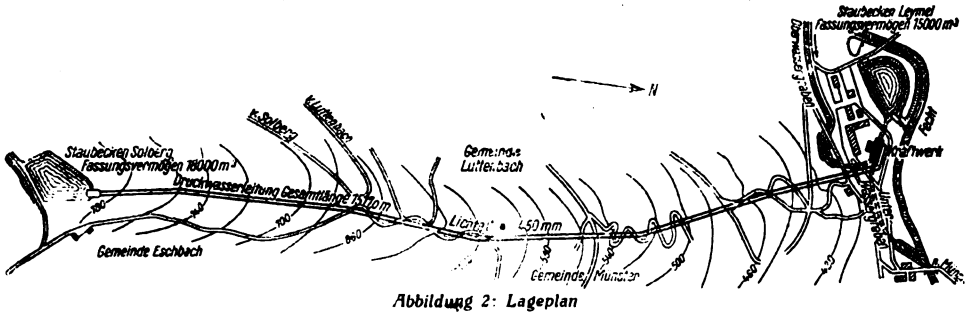


Abbildung 2: Lageplan

Fils in Münster i. Els. zur Ausführung gelangt auf Grund der Entwürfe der Firma Locher, Zürich. Die Textilfabrik nutzt in drei Gefällsstufen von 500, 300 und 700 kVA Leistung die Fecht auf eine Strecke von etwa 2,5 km Länge aus und verwendet Drehstrom von 5500 V, 50 Perioden. Mit Rücksicht auf die schwankende Wasserführung des Fechtflusses und da eine unmittelbare Speicherung wegen des geringen Gefälles nicht möglich war, entschied man sich zur Errichtung einer Pumpenspeicheranlage unter Ausnutzung des Solberges, auf welchem ein Speicherbehälter errichtet und ein Gefälle von 398 m gewonnen werden konnte derart, daß zur Nachtzeit bzw. bei geringer Leistungsaufnahme der Fabrik das Wasser der Fecht, evtl. noch unter Zuhilfenahme von Nachtstrom aus dem Reserveanschluß des Türkheimer Elektrizitätswerkes bzw. der Oberrheinischen Kraftwerke, nach dem Betriebsplan (Abb. 1) in den Hochbehälter gepumpt und über Tags von dort entnommen und in einer Hochdruckturbine ausgenützt wird. Aus den Unterlagen über Wasserführung und Kraftbedarf der Fabrik ergab sich die Bemessung des Hochbehälters auf dem Solberg (Abb. 2) mit einem Fassungsraum von 18 000 m³ bei 4,5 m höchster Absenkung und einer Oberfläche von 4000 qm, welchem im Unterwasser des Kraftwerkes ein Gegenspeicher von 15 000 m³ bei 4 m Absenkung zur Vergleichmäßigung des Abflusses der Fecht zu den Unterliegern entspricht.

Der Energieinhalt des oberen Speichers beträgt ohne Berücksichtigung der Maschinen-Wirkungsgrade etwa 17 500 kWh gegenüber einer Gesamtleistung von 1450 kWh der drei Niedergefälle-Anlagen. Vom Oberspeicher führt eine Druckrohrleitung mit angeschweißten Flanschen von 1500 m Länge und 450 mm l. W. zum Kraftwerk.

Dieses enthält zunächst zwei Maschinensätze von 420 kVA bzw. 175 kVA bei 500 Umdr./Min. aus Spiralturbinen und Drehstromgeneratoren für die erste Gefällsstufe der Fecht (Abb. 3), sodann die gesamte Maschinenausrüstung der Speicheranlage. Eine Peltonturbine von 2100 PS Leistung unter 260 m Nettogefälle bei 1000 Umdr./Min. ist starr mit einer Drehstrom-Synchronmaschine für 1800 kVA Leistung in vollständig geschlossener Turbo-Bauart gekuppelt, lösbar mit diesem Maschinensatz ist eine Hochdruckpumpe für 250 l/Sek. verbunden, welche die volle Leistung der Synchronmaschine im Motorlauf aufnehmen und den Hochbehälter dann in 22 Stunden füllen kann. Beim Betrieb als Stromerzeuger aus dem Speicher ist die Pumpe abgekuppelt, beim Pumpbetrieb wird die Synchronmaschine mit

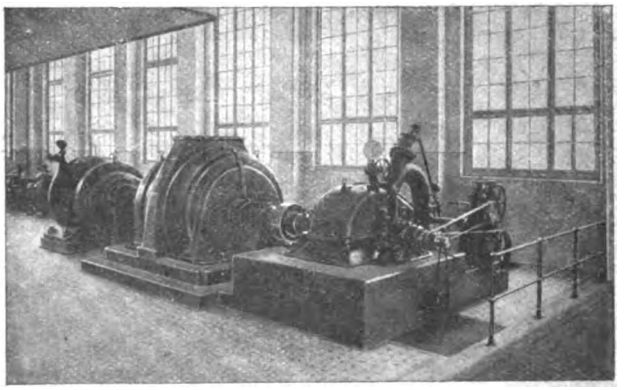


Abbildung 4. Speicher-Maschinensatz

Digitized by Google

der Turbine angelassen und synchronisiert, die Turbine dann geschlossen und läuft deren Laufrad leer mit. Um sich beim Pumpbetrieb der jeweils verfügbaren Ueberschußleistung bezw. dem Fecht-Wasserstand anpassen zu können und nicht die große Pumpe auch für geringe Förderungen mit schlechtem Wirkungsgrad laufen lassen zu müssen, sind noch drei kleinere elektrisch betriebene Pumpensätze aufgestellt u. z. einer für 87 l/Sek. und zwei für je 50 l/Sek., gekuppelt mit Asynchronmotoren von 1500 Umdr. für Leistungsaufnahmen von 400 bzw. 300 kW. Diese Motoren sind mit Kurzschlußläufer ausgeführt und werden mit Anlaßtransformatoren angelassen. Das Kraftwerk enthält ferner noch die beiden Transformatoren für den Ueberlandanschluß und im Obergeschoß die Schaltanlage für die gesamte Anlage. Durch eine zweckentsprechende Anordnung der elektrischen Meßeinrichtungen kann dauernd der Gesamtwirkungsgrad der Speicherung geprüft werden und hat sich im Dauerbetrieb seit Sommer 1922 zu 52% ergeben, gemessen als Unterschied zwischen den den Pumpen zugeführten und den aus dem Generator entnommenen kWh, also einschließlich aller vorkommenden elektrischen und hydraulischen Verluste. Die gemachten Erfahrungen haben weiter gezeigt, daß das Werk fast ganz auf Entnahme von Reservestrom aus dem Ueberlandnetzanschluß verzichten und darüber hinaus sogar noch reichlich Gebrauch von elektrischer Heizung machen konnte. Die Maschinenanlage wurde von Escher, Wyß & Cie., Gebr. Sulzer und den S.S.W. ausgeführt. (Siemens-Z. 1923, H. 11.)

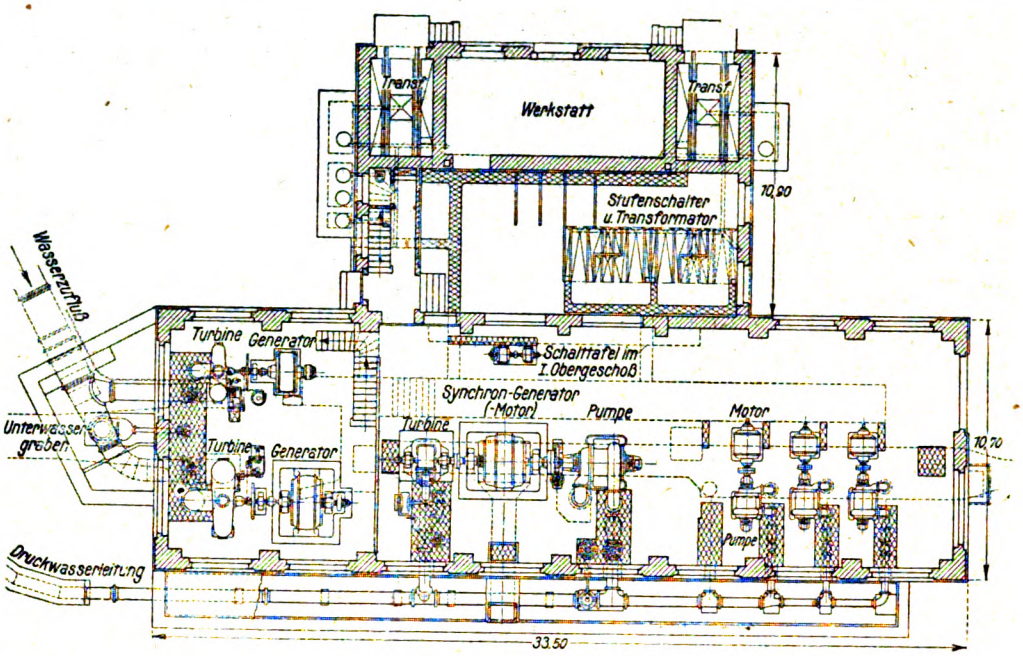


Abbildung 3: Maschinenanlage

Hydraulische Akkumulierungsanlagen waren auch bei uns in Bayern schon mehrfach in Vorschlag gebracht worden, auch für kommunale Elektrizitätswerke; es wäre zu begrüßen, wenn die Erkenntnis ihrer wirtschaftlichen Berechtigung in weiteren Kreisen Platz fände. Rdl.

Die württembergischen Wasserkraftanlagen an der Iller. In einem Vortrag im Bodensee-Bezirksverein in Ravensburg berichtete im November 1923 Reg.-Baumeister Christaller, Bieberach, über den Ausbau der Illerwasserkräfte. In aller Stille ist der Ausbau auf der württembergischen Seite begonnen und inzwischen so weit gefördert worden, daß heute eine Stufe im Betrieb, eine andere beinahe fertiggestellt ist und für eine dritte der Baubeschluß nahe bevorsteht.

Die Wasserführung der Iller ist, verglichen mit Neckar und Donau, günstig; sie hat im Gegensatz zu diesen hohe Sommerwasserstände. Trotzdem wurde die Iller mit Ausnahme der Gegend von Kempten (Baumwoll- und Papierindustrie) bisher nur wenig ausgenützt. Der bei Kirchdorf nach Linz abzweigende Kirchdorfer Kanal treibt eine Reihe kleinerer Werke von zusammen etwa 200 PS Nutzleistung. Unterhalb Kellmünz zweigt der Altenstädter Kanal und dann noch weiter unten der Illerkanal nach rechts ab. An diesen Kanälen sind eine größere Zahl kleinerer bis mittlerer Wasserkräfte für die Industrie ausgenutzt.

Der Hauptgrund für die geringe Ausnutzung der Iller ist der Umstand, daß sie auf 60 km Länge Grenzfluß zwischen Württemberg und Bayern ist. Weitere Gründe waren früher die starke Verwilderung des Unterlaufes, der infolge der seit einigen Jahrzehnten erfolgten Korrektion eingedämmt wurde; ferner die Abgelegenheit der Iller von den Industriegebieten, die aber bei der heutigen Fernübertragungstechnik keine große Rolle mehr spielt.

Der erste größere Ausbauplan im Zusammenhang mit der Elektrisierung der württembergischen Eisenbahn wurde mit Kriegsbeginn zurückgestellt, und die Ausnutzung der Iller wurde unter gewissen Bedingungen den Oberschwäbischen Elektrizitätswerken (OEW.) überlassen. Durch einen Staatsvertrag zwischen Württemberg und Bayern wurde festgelegt, daß Württemberg die Strecke von der Landesgrenze bis zum Filzinger Wehr, unterhalb Kellmünz, Bayern dagegen die Strecke von Kellmünz bis Ulm ausnützen solle. Im Dezember 1918 erhielten die OEW. das Wasserausnützungsrecht für die beiden oberen Illerstufen, und im Verlauf der Jahre infolge ihres ständig wachsenden Kraftbedarfes noch die Baugenehmigung für die Illerstufe 3 sowie unter gewissen Bedingungen auch für die Illerstufe 4.

Im Sommer 1919 wurde mit dem Bau der Stufe 2 mit dem Kraftwerk Tannheim begonnen, da für diese Stufe die Vorarbeiten sowie der Grunderwerb am weitesten vorangeschritten waren. Die erste Illerstufe, Aitrach, für die verschiedene Ausführungen möglich sind, ist heute noch nicht baureif. Die Illerstufen 2—4 bilden eine Betriebseinheit; sie haben ein gemeinsames Wehr bei Mooshausen und einen gemeinsamen 20 km langen Kanal. Ein Speicherbecken unmittelbar des Krafthauses von Stufe 2 ermöglicht im Zusammenhang mit einem Gegenbecken bei Stufe 4 einen Spitzenbetrieb der Stufen 2 und 3 während einiger Stunden des Tages. Die Gesamtleistung der Stufen 2 bis 4 beträgt im Jahresmittel 22 100 PS bei 49 m Nutzgefälle, die absetzbare Energiemenge bei 5000stündiger Ausnützung 74 000 000 kWh.

Das Wehr bei Mooshausen, das die Iller um 5,5 m anstaut, wurde in drei Bauabschnitten ausgeführt. Die Baugruben waren mit Betonfangdämmen abgeschlossen und erforderten infolge des undurchlässigen Flinzuntergrundes beinahe keine Wasserhaltung. Das Wehr hat zwei Grundablässe von 10 m Breite und 5,5 m Höhe, die mit doppelteiligen Rollschützen der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg verschlossen sind, außerdem zwei Oeffnungen von 30 m Breite und 4 m Höhe, die mit Walzenwehren von derselben Firma abgeschlossen sind. Die dem Wasserangriff ausgesetzten Wehrteile sind mit Granit abgepflastert. Das Sturzwehr hat an seinem Ende einen 6 m tiefen Betonsporn. Die Tiefbauarbeiten für das Wehr wie auch für den anschließenden Kanal und das Krafthaus Tannheim wurden von der Firma Baresel, Stuttgart, ausgeführt.

Digitized by Google

Links vom Wehr befindet sich ein 54 m breiter Kanaleinlauf mit Grobrechen und 9 Holzschützen. Der Oberwasserkanal erweitert sich bei km 4,8 zu dem erwähnten Speicherbecken, das eine Fläche von 165 000 qm bedeckt. Am Ende des Speicherbeckens befindet sich das an einer natürlichen Kiesterrasse gelegene Krafthaus, das drei Einradturbinen von Escher, Wyß & Cie., Ravensburg, mit senkrechter Welle enthält. Die Maschinen leisten bei 17,5 m Nutzgefälle zusammen annähernd 12 000 PS und sind mit darüber befindlichen Schirmdynamos der Siemens-Schuckert-Werke gekuppelt. Dem Krafthaus vorgelagert ist eine das Speicherbecken abschließende Betonstaumauer, die von drei 3,35 m weiten Entnahmerohren durchbrochen ist und einen Feinrechen sowie drei Turbineneinlaufschützen enthält. Rechts vom Maschinenhause befindet sich ein 6 m weiter Kaskadenleerschuß, links, im Winkel angebaut, das umfangreiche Schaltgebäude.

Der in den Dynamos mit 5000 Volt Spannung erzeugte Strom wird auf 55 000 Volt umgespannt und unter Zwischenschaltung eines Oelschalters dem doppelten Sammelschienensatz zugeführt. Zwischen Transformatoren und Oelschalter befindet sich je eine Petersenspule. Von den Sammelschienen gehen vorläufig vier Leitungen mit 55 000 Volt in Richtung nach Ulm und nach Bieberach ab. Die Schaltanlage wurde von Voigt & Häffner, Frankfurt, geliefert.

Anschließend an das Krafthaus von Stufe 2 beginnt der Oberwasserkanal von Stufe 3, Unteropfingen. Bis zu deren Inbetriebnahme wird das Betriebswasser durch einen kurzen Stichkanal der Iller zugeführt. Die von der Tiefbau- und Eisenbeton-Ges. ausgeführten Tiefbauarbeiten der Stufe 3 sind mit geringen Ausnahmen fertiggestellt. Der Kanal, der im allgemeinen betonierte Böschungen von 1:1½-Neigung und in seinem unteren Teile Dämme bis zu 8 m Höhe aufweist, soll in den nächsten Wochen in Betrieb genommen werden.

Nördlich des Dorfes Unteropfingen, ebenfalls an einer Kiesterrasse gelegen, befindet sich das Krafthaus, das ähnliche Gefäll- und Leistungsverhältnisse wie das Tannheims besitzt. Die drei Turbinen sind von L. M. Voith, Heidenheim, die drei Stromerzeuger von der Allgem. Elektrizitäts-Ges., Berlin, geliefert. Der untere, tief eingeschnittene Kanal von Stufe 3, der vorläufig durch einen kurzen Stichkanal mit der Iller verbunden ist, dient später als Oberwasserkanal der folgenden Stufe 4.

Die Stufe 4 soll im Anschluß an Stufe 3 gebaut werden. Sie bildet mit einem Gegenbecken die notwendige Ergänzung für die beiden oberen Stufen. Ihr Nutzgefälle beträgt rund 14 m. Trotz ihrer Speicherfähigkeit sind diese drei Illerstufen jedoch keine idealen Wasserkräfte. Infolge der sehr ungleichen Wasserführung der Iller entstehen zeitweise, besonders in den Sommermonaten, große, bis jetzt unverwertbare Ueberschüsse, während in den trockenen Herbst- und Wintermonaten, wo der Kraftbedarf am größten ist, nach wie vor das Dampfkraftwerk in Ulm der OEW. einspringen muß. Die ungünstigsten Eigenschaften der Iller können jedoch verbessert werden entweder durch Ausbau der Wasserkräfte der Argen oder der großen Speicherwasserkräfte in Vorarlberg, aus denen sich die OEW. und das Land Württemberg durch Vertrag mit dem Land Vorarlberg einen gewissen Kraftanteil gesichert haben. Eine allerdings in ferner Zukunft liegende Möglichkeit besteht in der Anlage von Speicherbecken im oberen Illerlauf, die es gestatten würden, die Sommerhochwasser für die trockenen Herbstmonate teilweise aufzuspeichern. (V. D. I.) K.

Wasserkraftnutzung

Kraftstufe des Mississippi bei Minneapolis—St. Paul. Ein fast zehnjähriger Streit um die Ausnutzung dieser Kraftwerke ist kürzlich beendet worden. Es handelt sich um **ein Werk,** das die Regierung der Vereinigten Staaten 1911 bis 1914 erbauen ließ. Bald nach Beginn des Baues wurde durch ein Gesetz des Staates Minnesota zur Nutzung der Kraft die Municipal Electricity Comp. gegründet, zu deren Teilhabern vor allem die beiden Städte gehörten. Als aber **das Werk** fertig war, und die Gesellschaft ihre Tätigkeit beginnen sollte, fehlte ihr das Betriebskapital. Die Sache ruhte nun und nach manchen anderen Bewerbern um diese Kraftstufe war auch der bekannte Industrielle Ford als Bewerber aufgetreten neben der Northern States Power Comp. und blieb Sieger. Er mußte in der vorläufigen Erlaubnis vom Februar dieses Jahres scharfe Bedingungen auf sich nehmen und reichte seine Pläne und Verträge dem Bundesausschuß ein. Darauf erhielt er das Recht, die Staustufe 50 Jahre lang zu nutzen, unter folgenden Hauptbedingungen: Auf dem vorhandenen Grundbau muß er das Krafthaus errichten und darin vier Maschinensätze von je 4500 kVA aufstellen. Zur Speicherung von Wasser in Betriebspausen darf er den Stau um 1 m erhöhen. Um die Verschlammung des Schiffahrtsweges und der Schleusen zu verhindern, hat er einen 610 m langen Spülkanal anzulegen. Ueber die Verwertung der Kraft mußte er fertige Vorschläge und bindende Verträge einreichen. Den Wünschen des Ausschusses Groß-St. Paul, durch Anlage einer Fabrik für etwa 5000 Arbeiter einen neuen gewerblichen Aufschwung der Stadt einzuleiten, entsprechend, wird er eine Akkumulatorenfabrik für seine Kraftwagen bauen. Als Hilfskraftwerk baut er eine Dampfanlage von 15 000 PS, die auch gleichzeitig die Fabrik heizen soll. Da die Kraftstufe aber mehr Strom liefert, als er selbst verwerten kann, verkauft er den überschüssigen Strom für 0,25 cts/kWh an die Northern States Po. Comp. Unentschieden ist noch die Frage der Gebühr, die Ford für die Nutzung jährlich zu zahlen hat. Der Genehmigungsvertrag verlangt rund 95 500 Dollar. Ford hat sich vorbehalten, später eine Herabsetzung dieser Summe zu verlangen, etwa auf 70 000 Dollar. Außerdem steht Ford schon in Unterhandlungen mit dem Kriegsdepartement über die Ausführung des regelmäßigen Schiffahrtsdienstes zwischen New Orleans und St. Louis stromauf bis Minneapolis. Er hätte dann den Vorteil geringer Frachtkosten für seine Rohstoffe, besonders Blei, und die fertigen Erzeugnisse.

Vgl. „Power", New York, Bände 55, 56, 57. W. K.

Wasserkraftmaschinen

Eine selbstregulierende Niederdruckturbine Bauart Crozet-Fourneyron wird in „Water and Water Engineering" (nach La Honille Blanche) als besonders wichtige Neuerung für kleinere Anlagen in ländlichen Gegenden erwähnt. Die Turbine ist, soviel aus dem kurzen Hinweis hervorgeht, nach dem Typus der Centripetalturbinen gebaut, wobei das Laufrad ebenso, wie die in Heft 10 dieses Jahres, S. 121, geschilderten schwedischen Vorbilder zeigen, durch einen Cylinderschieber verlängert ist und bei Drehzahländerungen axial verschoben wird, so daß der Cylinderschieber den Leitrad-Austritt mehr oder weniger abschließt. — Das Bemerkenswerte dieser selbstregulierenden Turbine liegt weniger an der Konstruktion (welche ja nicht neu zu sein scheint) als an der Tatsache, daß im Ausland der erhebliche Wert solcher verbilligter kleiner Wasserkraftanlagen richtig erkannt und Verbilligungsmöglichkeiten seitens der Turbinenfabriken gesucht und angewendet werden, wogegen bei uns fast die Scheu vor billigerem Preis zu überwiegen scheint. Rdl.

Wasserbau

Stauseen. Daß künstliche Staubecken oder als solche verwendete Seen, gegen welche vielleicht das Gleno-Unglück ein gewisses Mißtrauen in manche Kreise getragen haben mag, das allerdings bei der unter unseren Verhältnissen üblichen sachgemäßen Ausführungen solcher Bauten völlig ungerechtfertigt ist, zeigt eine Mitteilung des Kraftwerkes Brusio über den Einfluß der Staubecken auf die Hochwasser an den Berninaseen in der Schweiz. Wasserwirtschaft (1924, Heft 2):

„Bei den wolkenbruchartigen Niederschlägen Mitte Juli 1922 ist am 15. Juli in wenigen Stunden gegen 600 000 m³ Wasser in den Berninaseen angesammelt worden, das ohne die Stauung in dieser kurzen Zeit ganz bedeutende Abflußmengen ergeben hätte. Innerhalb der kritischen acht Stunden wären somit durch das Val Pila und den Poschiavino ohne die Akumulierungsmöglichkeit im Mittel 18 m³/sek. Mehrwasser abzuführen gewesen, also im Maximum jedenfalls noch ein weit höheres Quantum. Mit den Wassermengen aus dem übrigen Einzugsgebiet im Puschlav würde dies aber ziemlich sicher ein bedeutendes Hochwasser mit all seinen Folgen ergeben haben.

Digitized by Google

Wenn man beachtet, daß das Maximum der Wasserführung im Poschiavino (nach eingehenden Messungen des Wasserwirtschaftsamtes im Jahre 1906) bei der Mündung in den See während eines normalen Jahres total rund 17 bis 18 m³/sek. erreichen kann, bei einem Einzugsgebiet von 169,31 km², und daß das Maximum für den Abfluß der Berninaseen mit einem Einzugsgebiet von 11,13 km² nur mit rund 2 m³/sek. festgestellt ist, so ist allein aus dieser Gegenüberstellung zu ersehen, wie außerordentlich die Niederschläge von Mitte Juli 1922 gewesen sein müssen, und welch günstige Wirkung durch den Stauraum der Berninaseen erzielt worden ist, indem im Puschlavertal dabei kein Hochwasserschaden entstanden ist."

Es bestätigt dies die auch u. a. im Harz erreichten Erfolge und zeigt, wie die Kraftgewinnungsanlagen auch noch andere Aufgaben von großer wirtschaftlicher Bedeutung erfüllen.

Verschiedenes

Regulierung des Bodenseespiegels. Ein neues Riesenprojekt soll in der nächsten Zeit verwirklicht werden. Bodensee und Rhein sind dazu ausersehen. Schon jetzt bildet der Bodensee für den Rhein in einem gewissen Sinne eine natürliche Talsperre. Er verhindert das ungehemmte Abfließen des aus den Schweizer Bergen kommenden Hochwassers, das ohne Bodensee den Rhein entlang schadenbringend ins deutsche Land eindringen würde. Nun soll aber der Bodensee planmäßig in den Dienst einer großzügigen Wasserwirtschaft gestellt werden.

Bei der, je nach dem Wasserstande 482 bis 520 km² großen Fläche macht das Steigen des Seespiegels um nur einen Zentimeter eine Wassermenge von rund 5 Millionen Kubikmeter aus. Die unterhalb des Ausflusses des Rheines aus dem See gemessene Wasserführung schwankt bei Mittel- und Hochwasser zwischen 350 und 1100 m³/sek. Unterhalb der Aaremündung steigt diese schon auf 435 bis 2750 und an der Bißmündung wurden bereits 1000 bis 5600 m³/sek. gemessen. Die Gegensätze des Wasserstandes sind ganz ungeheuer groß. Eine Verminderung der Gegensätze läßt sich nur durch eine Verstärkung der Stauwirkung des Bodenseebeckens erreichen.

Die technischen Maßnahmen sind bereits zwischen Deutschland und der Schweiz vereinbart worden im Zusammenhang mit der Regulierung des Rheins zwischen Basel und Bodensee.

Die Regulierung des Bodensees ist zwischen dem Konstanzer Niedrigwasserstand von 3 m und dem Hochwasserstand von 4,8 m geplant. Die beabsichtigte Stauanlage würde ermöglichen, eine Wassermenge von einer Milliarde Kubikmeter aufzuspeichern. Man will die Verteilung so vornehmen, daß nicht mehr als 1000 m³/sek. abfließen. Die Schiffahrt wird durch eine einzubauende Schleuse auch weiterhin ermöglicht.

Durch das Stauwasser des Bodensees wäre es möglich, die niedrigste Wasserführung des Oberrheins, sie ist jetzt 40 bis 50 Kubikmeter in der Sekunde, auf 120 bis 150 Kubikmeter in der Sekunde zu erhöhen. Schon durch diese gewaltige Erhöhung der Wasserzufuhr und die Erzielung einer Gleichmäßigkeit bringen für die Schiffahrt ganz erhebliche Vorteile. Führt die Schweiz ihren Plan der zusammenfassenden Regulierung des gesamten Wasserablaufs aller seiner Seen durch, dann ist es möglich, den Wasserstand des Oberrheins während der Wintermonate Januar bis März auf eine Höhe zu bringen, daß auch in dieser Zeit Schleppkähne von 75 Meter Länge, 11 Meter Breite und 2 Meter Tiefgang noch wirtschaftlich zur Verwendung kommen können.

Die Regulierung des Bodenseespiegels darf als eine der bedeutendsten Maßnahmen auf wasserwirtschaftlichem Gebiet angesprochen und bewertet werden. Sie wird aber auch richtunggebend für andere Stromgebiete sein. K.

Holzröhren für das Wasserkraftwerk bei Lindesnäs in Schweden. Dem Aufsatze „Holzröhren für Wasserkraftanlagen" in Heft 19/20 der Wasserkraft v. J. haben wir aus Teknisk Tidskrift eine Notiz über eine Holzröhrenleitung für das Wasserkraftwerk bei Lindesnäs aus der gleichen Feder des Ing. A. Frey Samsioe anzufügen.

Beim Lindesnäswerk in Dalarna hat die Stora Kopparberg Bergslags A.-G. in den Jahren 1920/21 ein vom Wasserbaubureau geplantes Landkraftwerk erbaut, das mit einer Höchstbetriebswassermenge von 3 cbm/sek 18,5 m Fallhöhe in einem am Werke vorbeirinnenden Zufluß zum Väster-Dalälven ausnützt. Zu der Anlage gehört eine auf einzelnen Stützen ruhende 300 m lange Röhrenleitung aus Holz mit 1,7 m innerem Halbmesser. Bei der Einrichtung der Holzröhren wurden die gleichen Grundsätze befolgt, die seit langer Zeit bei Eisenröhren mit dieser Unterstützungsform angewendet wurden. Die Bauart besteht darin, daß die Rohrleitung an den Stützpunkten mit steifen Ringen versehen wird, die dazu bestimmt sind, die Biegungsmomente in transversaler Richtung aufzunehmen und die Belastung auf die Auflager zu überführen, während das Rohr zwischen den Stützen ganz ohne Versteifungen belassen wird. Die Stützweite wird begrenzt durch das Tragvermögen des Rohres zwischen den Stützen, das als Summe der Tragvermögen der einzelnen Planken bei einer Einbiegung in lotrechter Richtung gleich der Einbiegung der meistbeanspruchten Planke bei der zulässigen Beanspruchung berechnet wird. Die Berechnung des Tragvermögens gründet sich sonach nicht auf die Annahme des Zusammenwirkens zwischen den Planken zur Bildung eines einheitlichen Rohres, weil die Reibung zwischen den nassen Planken als unzuverlässig angesehen wird. Bei Annahme einer zulässigen Beanspruchung von etwa 70 kg/cm² wurden 4 m Stützweiten erhalten. Es erwies sich dies für die vorliegende Bauart als praktisch vorteilhaft, weil die Mittellänge der verfügbaren Planken gerade dieses Maß hatte. Hierdurch konnte ohne Kappen der Planken eine solche Einrichtung der Plankeneinlegung erzielt werden, daß die Stoßfugen überall in die Nähe der Wendepunkte der elastischen Linie fielen. Angewendet wurden ungespundete 2½" Planken mit ebengehobelter Innen- und rundgehobelter Außenseite.

Die Rundeisenbänder erhielten Ausmaße für eine größte Zugbeanspruchung von 1400 kg/cm², die durch die Schwellkraft des Holzes (≈ 10 kg/cm²) und inneren normalen Ueberdruck vermehrt um eine angenommene Drucksteigerung bei Kurzschluß in der Kraftstation hervorgerufen wird, geradlinig anwachsend von Null beim Röhreneinlauf bis zu einem Werte, der der halben Fallhöhe an der Kraftstation gleich ist.

Die Bandschlösser sind aus getempertem Gußeisen nach einer vom Wasserbaubureau ausgearbeiteten Sonderbauart

Theatinerstr. 3 Telefon 22855
Adrian Brugger
München
Fachgeschäft für Mal- und Zeichenutensilien
454

Fabrikation sämtlicher
Vermessungsinstrumente
Instrumente für das gesamte Baufach
GEORG BUTENSCHÖN
Werkstätten für wissenschaftliche Instrumente
BAHRENFELD bei Hamburg
Einrichtung von technischen Bureaus

Digitized by Google

hergestellt. Die Versteifungsringe erhielten, da die Stützpunkte ungefähr 0,005 R außerhalb des Schwerpunkthalbmessers der Ringe versetzt wurden, Ausmaße für ein Moment = 0,01 QR in der oberen Ringhälfte. Es ergibt dies eine Spannung im Winkeleisen von etwa 1100 kg/cm². Die untere Ringhälfte wurde doppelt gemacht, um zweischnittige Nieten für die Befestigung des Konsolbleches zu erhalten und um eine größere Auflagerfläche für die unteren Rohrplanken zu schaffen. Der Flächendruck zwischen den Planken und der unteren Ringhälfte macht etwa 7,5 kg/cm² aus. Anfangs war beabsichtigt, wo die Rohre sich höher über den Boden erheben, sie auf Sockel von bewehrtem Beton zu legen. Die Sockel sollten liegend hergestellt und nach Fertigstellung an ihre Plätze befördert und dort auf einer Grundlage von Steinmauerwerk in frostfreier Tiefe aufgestellt werden. Da jedoch in der Nähe ein geeigneter Stein anstand, hat man die Stützen billiger aus Stein gemacht. Die Bauarbeit ging leicht von statten und das Rohr erwies sich schon bei der Füllung als vollkommen dicht. Dr. S.

Kurze Nachrichten

Neue Wasserkraftprojekte. Rhöngebiet. Zur Versorgung des Rhöngebiets mit elektrischer Kraft sowie zur Elektrisierung der Gebirgsbahnen der Rhön sollen nach einer Meldung der „Kölnischen Zeitung" zehn Wasserkraftwerke errichtet werden. Zunächst werden die Kraftwerke bei Wüstensachsen, bei Habel-Lahrbach und bei Tann in Angriff genommen. Die Vorarbeiten, die in der Errichtung von Talsperren und Wasserregulierungen an der Ulster bestehen, sind bereits begonnen. An der Finanzierung des Unternehmens beteiligten sich der Kreis Vacha, die Gemeinden und die Industrie der Rhön, die angrenzenden Länder sowie die Reichsbahn.

— Südliche Rheinprovinz. Die Kraftversorgung der südlichen Rheinprovinz und angrenzenden Gebiete G. m. b. H. beabsichtigt, die Anlegung mehrerer Stauanlagen, um die Erzeugung der elektrischen Kraft von der Kohle unabhängiger zu gestalten. Nachdem die Besatzung das ursprünglich geplante Kettlacher-Stauwerk für sich in Anspruch genommen hat, wurde jetzt der Plan zu einem Staubetrieb bei Serrig ausgearbeitet, durch den jährlich 29 Millionen Kilowattstunden an Elektrizität erzeugt werden können. Diese Mengen würden ausreichen, um auch weiter entfernte Gegenden mit Kraft versorgen zu können. K.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Energiewirtschaft. Ueber ein neues Verfahren zur Aufspeicherung elektrischer Energie. Von Dr. Ing. F. Marguerre, Mannheim. „Mitt. d. V. d. El.-W.", 1924, Nr. 354/55, S. 27—35; 5 Abb. (Beschreibung des auf thermischer Grundlage beruhenden Verfahren nach Marguerre und Besprechung der Vorzüge.)

ALBERT SECKSTEIN
Gabelsbergerstr. 55 Telephon 53132
Besteingerichtetes Fachgeschäft für Zeichenbedarf
Zeichen-, Paus-, Detail-, Lichtpaus- und mathem. geteilte Papiere.
Nächst der staatl. Bauschule MÜNCHEN Nächst der techn. Hochschule
061/69

Jos. Feldl A.G.
München
Verwaltung: Hirtenstr. 24
Betrieb: Rumfordstraße 21
Telefon: 54068, 56959

Installation
aller elektr. Starkstrom- und Schwachstrom-Anlagen, Wasserstands-Fernmelde- und Signalanlagen

Entwurf und Bau
vollständiger
Wasserkraft-Elektrizitätswerke
billige, einfachste Kleinwasserkraftanlagen

Drehstromgeneratoren
fabrikneu, ab Lager oder kürzest lieferbar.

Reparatur elektr. Maschinen
jeder Art und Größe,
best eingerichtetes Reparaturwerk am Platze.

Fabrikation
elektrischer
Helzapparate
jeder Art,
vollständige Heizanlagen.

Ausgebaute Wasserkraft
100 bis 200 PS

am liebsten mit schon vorhand. Fabrikgebäuden (mögl. erdgeschossig) und Büros, in Südbayern für Tuchbranche zu kaufen gesucht. Nähe Münchens bevorzugt. Bahnnähe und ausdehnungsfähiger Grund bis ca. 10 Tagwerk Bedingung.

Offerten an Architekturbüro

Böhm & Hock
München, Steinsdorffstraße 3
Telefon 20449 Telefon 20449

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 8 **München, 15. April 1924** **19. Jahrgang**

Neukonstruktionen auf dem Gebiete des Wasserbaues

Von Felix Gremmels, Zivilingenieur, Mannheim.

Der Ausbau der Wasserkräfte mit gleichzeitiger Herstellung neuer Binnenschiffahrtswege gab dem Verfasser Veranlassung, die hierzu in Frage kommenden Anlagen eingehend zu studieren und gegebenen Falles neue Konstruktionen auszuarbeiten.

Im Nachstehenden seien einige Vorschläge zu neuen verbesserten Konstruktionen eingehend beschrieben.

1. Das Doppelventil für Umlaufkanäle in Schleusen und Talsperren. D. R. P. Nr. 339 394.

Bei kleinen Schleusengefällen ist es bisher gebräuchlich, den Zu- und Ablauf zur Schleusenkammer druch Aufziehen von Schützenzügen, die unter der Druckhöhe des Gefälles stehen, zu bewerkstelligen. Wird aber das Schleusengefälle höher, so wird auch der Wasserdruck entsprechend stärker auf die Verschlußfläche der Ab- und Umlaufkanäle drücken und man war mit Rücksicht hierauf schon genötigt, besondere Konstruktionen anzuwenden, so sind z. B. bei den Schleusen des Großschiffahrtsweges Berlin-Stettin Zylinderventile von 2,0 m l. W. und 8,89 m Höhe angewendet worden, um den Wasserdruck und den Bewegungswiderstand nur teilweise aufheben zu können.

Der neu patentierte Kanalverschluß besteht aus einem Doppelventil, bei welchem zwei Ventilteller senkrecht stehend durch mehrere Streben gegenseitig fest verbunden sind, und in wagrechter, gleichgerichteter Richtung bewegt werden können. Hierbei werden die Streben zugleich in Lagerböcken geführt, und so die Tellerventile in die gewünschte Lage gestellt. Da nun die Fläche des Wasserdruckes für beide Ventilteller gleich groß ist, wird der Wasserdruck durch Zugspannung in den Streben aufgehoben und dieser als Bewegungswiderstand beseitigt. Dadurch, daß die Streben auf drei oder mehr Angriffspunkte über die großen Flächen der Tellerventile hin verteilt sind, wird die Biegungsbeanspruchung der Ventilfläche auf ebenso viel Angriffspunkte verteilt, als Streben vorhanden sind. Hierdurch wird eine leichte Bauart erzielt.

In der Abbildung Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel des Kanalverschlusses im lotrechten Längsschnitt dargestellt.

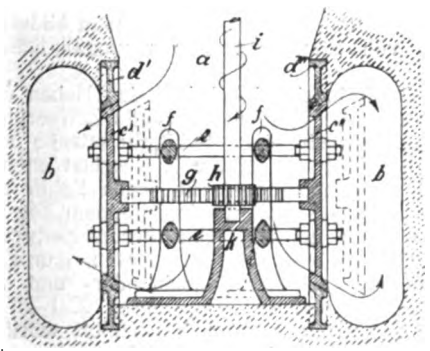


Abbildung 1.

In der Zeichnung bezeichnet *a* den Zuströmungskanal und *b* die Abströmungskanäle, welch letztere auch zu einem Kanal vereinigt werden können. Zwei Tellerventile *c'* und *c''* sitzen in geschlossener Stellung in den einbetonierten Ventilsitzen *d'* und *d''*.

Die beiden Tellerventile *c'* und *c''* sind durch Streben *e* in einer bestimmten Entfernung fest gegenseitig verankert. Die Streben *e* werden in den Lagerböcken *f* gelagert und geben somit der wagrechten Bewegung der Streben *e* und zugleich den Tellerventilen eine sichere Führung.

Eine wagrecht gelagerte Zahnstange *g* greift in der Mitte der Tellerventile an. In die Zahnstange greift das Zahnrad *h* ein, welches durch die Welle *i* umgedreht wird; letztere st in dem Stirnlagerbock *k* gelagert.

Durch den Kanal *a* strömt das Wasser zu. Der Druck der Wassersäule drückt hierbei in gleicher Stärke gegen die beiden Tellerventile, sodaß der Druck auf *c'* durch den Druck auf *c''* aufgehoben wird, wobei die Druckkräfte auf die Tellerventile durch Zugkräfte in den Streben *e* aufgenommen werden. Wird nun die Welle *i* gedreht, so bewegen sich die beiden Tellerventile in die gestrichelt gezeichnete Stellung und der Durchfluß für das Wasser ist freigegeben.

Es ist in Fachkreisen angezweifelt worden, ob diese Neukonstruktion auch wirklich eine so vollständige Entlastung des Wasserdruckes als Hindernis des Bewegungswiderstandes gewährleistet. Im besonderen ist die Frage erörtert worden, ob der neue Verschluß auch im geöffneten Zustand, wenn das Wasser in zwei verschiedenen Formen abströmt, die vollständige Entlastung gewährleiste.

Nach der Mechanik tropfbar flüssiger Körper, im besonderen Abschnitt „G. Stoß des Wassers gegen Flächen und Körper" des Taschenbuch der „Hütte", ist mit den daselbst gebräuchlichen Bezeichnungen:

$$P = \frac{\gamma}{g} (Q (v - c) (1 - \cos \alpha)$$

mit der Anmerkung, P wird nur halb so groß, wenn die Ebene und der Strahl gleichen Durchmesser erhalten.

Nach der Konstruktion des neuen Verschlusses ist dieses der Fall; nur ist der Strahl unter dem Einfluß der Kontraktion von etwas kleinerem Durchmesser als der Ventilteller. Aber das ist von so geringem Einfluß, daß

$$P = \frac{\gamma}{g} Q \cdot v (1 - \cos \alpha)$$

wird. In dieser Gleichung ist *c* als zutreffend $= 0$ gesetzt Da aber $Q = F v$ und $\frac{v^2}{2g} = h$ ist, so wird:

$$P = \frac{v^2}{2g} \gamma F = \gamma F h.$$

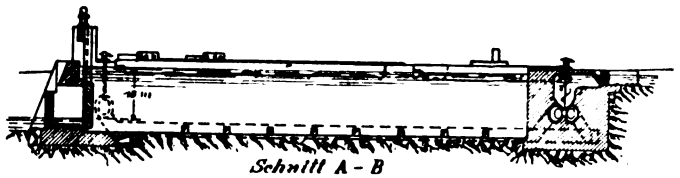
wenn $\cos \alpha = 0$, also der Winkel, um den das Wasser abgelenkt 90^0 wird.

Diese letzte Gleichung zeigt, daß hydrostatische und hydraulische Druckhöhe sich im Gleichgewicht befinden, und dieses Gleichgewicht nur durch geringfügige Zustände, wie Kontraktion des Strahles oder dessen Ablenkung, beeinflußt werden kann. Aber der Faktor $(1 - \cos \alpha)$ zeigt auch, wie konstruktiv der Gleichheitszustand beeinflußt und hergestellt werden kann. Gibt man nämlich dem Ventilteller keine ebene Gestalt, sondern die eines Kegels mit verhältnismäßig geringer Höhe, so daß der Strahl z. B. um den Winkel von 60^0 abgelenkt wird, so wird $1 - \cos \alpha = 0{,}5$. Also würde der hydraudynamische Druck P vor-

Digitized by Google

stehender Gleichung nur halb so groß ausfallen. Man sieht also hieraus, daß man durch die Art der Ablenkung dem Spiel der Kräfte begegnen kann.

Um noch ein Anwendungsbeispiel zu veranschaulichen, ist hier eine Abbildung einer Kammerschleuse gegeben,



Schnitt A - B

Abbildung 2.

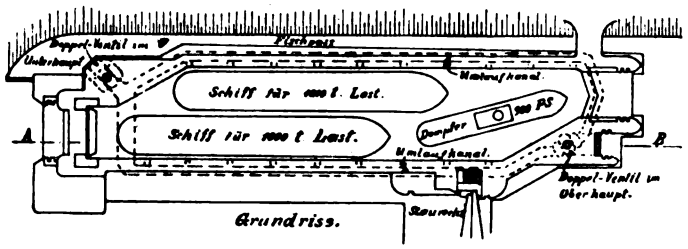


Abbildung 3.

Wie aus der Zeichnung zur Kammerschleuse für drei Schiffe mit 15 m Hubhöhe zu ersehen ist, wird in das Mauerwerk des Ober- und Unterhauptes je ein Doppelventil der neuen Bauart eingebaut. Jedes dieser Doppelventile wird von einem Antriebsständer aus, mittels Welle, bewegt. Durch die vollständige Entlastung des Wasserdruckes findet keine starke Reibung von Berührungsflächen statt, und eine Verschleißung der Einzelteile hierdurch ist vermieden.

Mit sicherer Hand kann ein Mann ohne nennenswerten Kraftaufwand jede beliebige zufließende Menge einstellen, und ist damit in der Lage, die Umfüllung der Schleusenkammer in der denkbar kürzesten Zeit zu bewirken.

Die Abdichtung der Tellerventile an der Dichtungsstelle kann mittels eingelegter Holzdichtung erfolgen, die dann ohne Schwierigkeit jederzeit nachgearbeitet werden kann.

Der Kanalverschluß im Ober- wie im Unterhaupt wird in einer Höhenlage eingebaut, daß beide jederzeit trocken gelegt und nachgesehen werden können. Der Verschluß arbeitet demnach im Unterhaupt teilweise in Heberwirkung.

Da die Höhe des Wasserdruckes die Bewegungsarbeit nicht verändert, so können alle Teile des Bewegungsmechanismus gleich dimensioniert werden, womit die Anzahl der Modelle für die Fabrikation gering wird.

2. Schiffhebewerk mit zweiarmigen Hebeln und Gegengewichtsausgleich. D. R. P. 337 524.

Der Aufbau dieses Schiffhebewerkes hat besondere Vorzüge darin, daß es auf kleiner Grundfläche errichtet werden kann, wobei sich der Bau hauptsächlich in den Luftraum erhebt.

In der Zeichnung ist das Hebewerk in Fig. 4 im Aufriß dargestellt.

Es können eine beliebige Anzahl von Doppelhebeln aufgestellt werden, bei denen an einem Ende *d* der Schifftrog *b* angehängt ist und auf den gegenüberliegenden Hebelenden *d'* auf der Kurvenbahn *f* ein Gegengewicht *g* in wagrechter Richtung bewegt wird. Die Hebelpaare lagern auf Tragsockeln *a*, welche beidseitig des Schifftroges *b* aufgemauert sind. Auf den Tragsockeln sind die Hauptlager *c* auf denen das ganze Hebewerk ruht, und die sich in einer genau wagrechten Ebene befinden müssen.

Die wagrechte Entfernung der Lager, Hebelpaare und Gewichtsstützen sind gleich, so daß Schifftrog und Gegengewicht in jeder Höhenlage eine genau wagrechte Stellung einnehmen müssen.

Sobald der Schifftrog in das Unterwasser ein- oder aus-

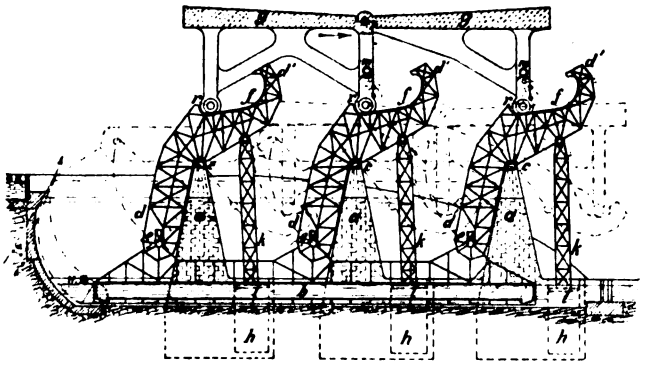


Abbildung 4.

taucht, verändert sich die Gewichtmasse an den unteren Hebelenden erheblich. Für diese Veränderung unten ist am oberen Ende ein Ausgleich dadurch geschaffen, daß die Hebelarme mit Hilfe der Kurvenbahnen verlängert werden. Die Lage und Gestalt der Kurvenbahnen ist an zwei Bedingungen gebunden:

1. Die horizontale Entfernung der Auflagepunkte der Laufräder *r* vom Lager *c* ist in jeder Lage so zu wählen, daß alle in Bezug auf den Achsenpunkt bei *c* wirkenden Drehmomente gleich Null sind, d. h. in jeder Lage muß Gleichgewichtszustand herrschen.

2. Die Kurventangenten, an die unter Bedingung 1 ermittelten Kurvenpunkte (Druckstellen der Räder *r*) müssen in der jeweiligen Gleichgewichtslage des Hebewerkes eine wagrechte Richtung haben.

Das Gewicht *g* wird mittels eines Elektromotors *m* und eines großen Vorgeleges langsam wagrecht bewegt, wodurch sich die Länge des Hebelarmes *d'* ändert und diese Veränderung des Hebelarmes gibt Veranlassung, daß sich der Schifftrog *b* vom Unterwasser zum Oberwasser oder umgekehrt bewegt.

Da alle Gewichtsmassen durch die Kurvenbahnen ausgeglichen sind, so ist nur mechanische Energie für die Überwindung der Reibungswiderstände in Anwendung zu bringen, so daß mit dem geringen Aufwand von 20 PS die Schiffe in eine Höhe bis ca. 30 m gehoben werden können.

Einen großen Vorzug hat das Hebewerk darin, daß es sehr wenig empfindlich ist gegen eine Veränderung in der Höhenlage des Unterwasserspiegels.

Dadurch, daß das Gegengewicht mit Gelenken ausgebildet wird, kann durch Hintereinanderstellen beliebig vieler Hebelpaare der Schifftrog beliebig lang ausgebildet werden, so daß man hierdurch in die Lage versetzt werden kann, nicht nur ein einzelnes Schiff, sondern einen Schiffzug zu heben.

Da bei den in Süddeutschland beabsichtigten Bauten von Schiffahrtskanälen die Erstellung großer Wasserkräfte mit ein Hauptbestandteil dieser Wasserstraßen bildet, so ist die Einrichtung von Staustufen eine unumgängliche Notwendigkeit.

Für den Schiffahrtsbetrieb bringt das Heben und Senken der Schiffe über die Höhenunterschiede Zeitverluste, die für die Leistungsfähigkeit einer Schiffahrtsstraße meist maßgebend sind. Wohl der größte Zeitverlust entsteht, wenn die Schiffzüge auseinandergeseilt, jedes Schiff einzeln gehoben und dann die Schiffe wieder zu einem Zug zusammengekoppelt werden müssen. Um diesen Zeitverlust abzukürzen, wird man bestrebt sein müssen, ganze Schiffzüge zu heben, ohne daß diese auseinander- und wieder zusammengekoppelt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die Schiffzüge einheitlich gestaltet werden müssen. Sie könnten z. B. aus einem Schraubenschlepper und zwei Lastschiffen zusammengestellt werden. Die Trossenwinden des Schleppers müßten zugleich als Spille zum Hereinholen der Schiffe Verwendung finden können.

Unter diesem Gesichtspunkte ist die in der Abbildung

Digitized by Google

dargestellte Kammerschleuse wohl als das kleinste Ausmaß im Grundriß aufzufassen. Der Schlepper fährt als Erster in die Schleuse ein, holt sodann mit der Trosse das links liegende Schiff und sodann das rechts liegende Schiff herein. Nach der Schleusung fährt wieder der Schlepper als erster aus, und holt mit der Trosse als Erstes das links liegende und dann das rechts liegende Schiff aus der Schleuse heraus und fährt ohne weiteren Aufenthalt weiter. Alle diese Verrichtungen sind in der denkbar kürzesten Zeit auszuführen.

In dem gleichen Sinne ist die Funktion des Schiffhebewerkes mit einem ca. 200 m langem Schifftrog ausgedacht.

Natürliche Sturzbecken

Von Dr. Ing. Gg. Jk. Lehr, Neustadt a. H.

Wenn ich hier von natürlichen Sturzbecken spreche, so verstehe ich darunter jene, wie sie sich durch den Einbau eines festen Wehres, über das fortwährend alles im Gewässer abfließende Wasser stürzt, unterhalb der Wehrstelle ausbilden bei unbefestigten Ufern und Sohle.

Eine der beachtenswertesten Erscheinungen bei diesen Sturzbecken ist — außer den verschiedenen auftretenden Wasserwalzen und ihrer räumlichen Gestalt — der Kolk.

Wehr, Kolk und Gestalt des Sturzbeckens bilden hier eine Dreiheit, die untrennbar ist.

Durch zweckmäßige Gestaltung des Wehrkörpers, und besonders des Sturzbodens mit seiner Endschwelle, sucht man gewöhnlich den Kolk so zu beeinflussen, daß er entweder überhaupt nicht oder nur in kleinem Ausmaße eintritt, und wenn er eintritt, dann vom Bauwerk so weit entfernt liegt, daß er ihm nicht gefährlich werden kann.

Der Kolk und auch die Gestalt des Sturzbeckens können in ihrer natürlichen Vollendung als das Endergebnis der durch den Sturz des Wassers über das Wehr freigewordenen Energie auf die Sohle und die Ufer unterhalb des Wehres angesprochen werden. Dabei wird die Kolktiefe und die Sturzbeckengestalt verschieden ausgebildet werden, je nach der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes, in dem sich das Bett des Gewässers befindet.

Bei einem neu zu erstellenden Wehrbau können wir nur auf Grund von Faustregeln ungefähr sagen, wie tief der Kolk werden wird; eine besagt: der Kolk wird so tief, wie der Wehrkörper hoch ist.

Bei Anwendung solcher Regeln ist Vorsicht am Platze, denn nicht selten werden die aus ihnen erhaltenen Werte um ein beträchtliches Maß überschritten. Modellversuche haben gezeigt, daß die im Sturzbecken auftretenden Wasserwalzen mit dem Kolk auf das Engste verknüpft sind und ganz besonders die Ausbildung der das Sturzbett abschließenden Endschwelle scheint von ganz besonderer Bedeutung auf die Ausbildung des Kolkes zu sein.

Modellversuche sind m. E. am allergeeignetsten, hier dem Ziele näher zu kommen und in das Dunkel der sehr verwickelten Strömungserscheinungen Licht zu bringen.

Ob eine einwandfreie theoretische Lösung dieses schwierigen Problems möglich sein wird, soll die Zukunft lehren; Versuche sind in dieser Richtung schon gemacht worden.

Ein nicht unwesentliches Hilfsmittel zur Erkenntnis des Kolkes in seinem Zusammenhang mit dem Stauwehr und der Gestalt des Sturzbeckens kann die Natur wohl dort geben, wo es ihr möglich war, unterhalb des Wehres mit dem Wasser frei zu arbeiten, ohne durch menschliche Eingriffe behindert zu werden.

Ich will im Folgenden nun von zwei Beispielen natürlicher Sturzbecken berichten, die ich mir, ihrer schönen Ausbildung wegen, nicht versagen konnte, aufzunehmen.

Die beiden Sturzbecken befinden sich an sehr alten Bewässerungswehren an der Queich im Banne Oberlustadt und Hochstadt in der Rheinpfalz.

Die Queich ist ein Flüßchen, das in seinem oberen Lauf durch die pfälzische Rheinebene im Jahresdurchschnitt

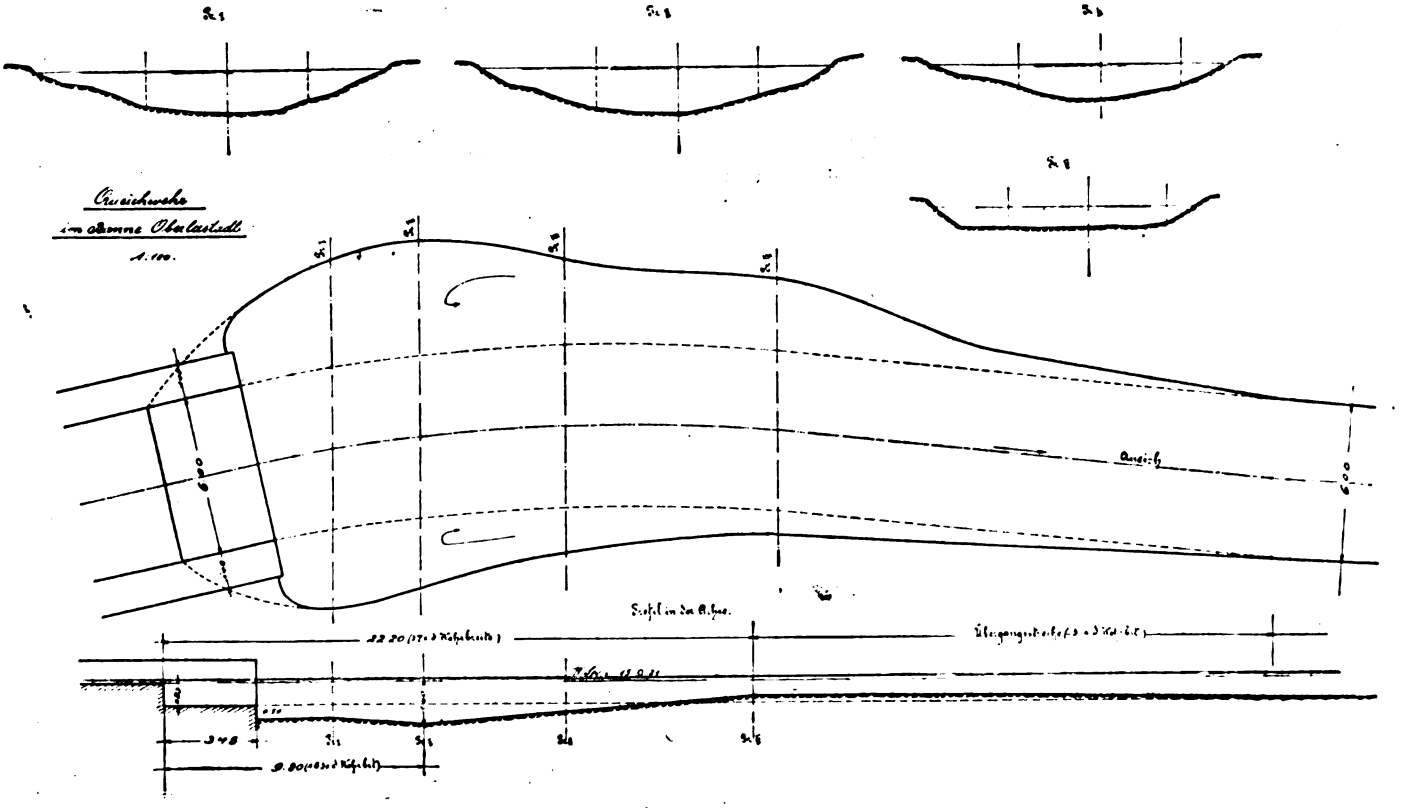


Abbildung 1.

Digitized by Google

2,0 cbm/sec Wasser führt; im unteren Laufe verringert sich diese Wassermenge durch Abgabe an Seitenabzweigungen um rund zwei Fünftel des obigen Betrages.

Das Bett liegt an beiden Wehrstellen im Diluvium der Rheinebene.

1. Das Queichwehr im Banne Oberlustadt (Abbild. 1).

Die normale Breite der Queich beträgt an dieser Stelle 6,0 m. Der Wehrkörper, der 0,83 m über die Sohle reicht, nimmt die ganze Breite des Flüßchens ein. Es ist ein in der Fließrichtung des Wassers langer wagrechter Mauerwerkskörper, der an seiner Oberfläche mit Sandsteinplatten abgedeckt und seitlich mit starken Wangen aus Quadermauerwerk eingefaßt ist.

Der Wehrkörper selbst weist keine tiefe Fundation auf. An ihn schließt sich ein wagrechtes auf der Höhe der ursprünglichen Queichsohle liegendes, aus Bruchsteinmauerwerk mit Sandsteinabdeckung hergestelltes, 3,45 m langes, künstliches Sturzbett an.

Der ursprüngliche Uebergang des in einer geraden Flußstrecke liegenden Wehres und dem unterhalb desselben abgewinkelten Flußlauf war wohl ein flacher Kreisbogen.

Die von dem Flüßchen an der Wehrstelle geführte gesamte Wassermenge fließt das ganze Jahr, mit Ausnahme der Wässertage, über das Wehr ab. Ursprünglich war wohl, wie sich aus Faschinenresten noch nachweisen läßt, das Bachbett auf 6,00 m auch unterhalb des Wehres — im jetzigen Sturzbeckenbereich — durchgeführt.

Betrachtet man die Gestalt des Sturzbeckens (Abb. 1, Grundriß), so fällt dessen Erweiterung gleich unterhalb des Wehres auf, die ganz allmählich wieder in die normale Profilbreite übergeht. Das Profil II (Abb. 1) schließt die größte lineare Ausdehnung des Sturzbeckens ein. Sie liegt 1,6 Wehrbreiten oder 11,8 Wehrhöhen unterhalb des Wehres und beträgt rund 2,2 Wehrbreiten oder 15,7 Wehrhöhen.

Mit der größten Sturzbeckenbreite trifft hier auch die größte Kolktiefe zusammen; sie ist rund gleich der Wehrhöhe.

Der Einfluß des Wehres auf die Flußsohle unterhalb des Bauwerks reicht 3,7 Wehrbreiten oder rund 26,8 Wehrhöhen unterstrom. Es folgt dann eine rund 3,0 Wehrbreiten oder rund 21,7 Wehrhöhen lange Uebergangsstrecke.

Am Ende des 3,45 m langen künstlichen Sturzbodens erfolgte — was besonders bemerkenswert ist — keine Unterkolkung dieses Konstruktionsteiles, sondern nur ein gleichmäßiges Tieferlegen der Flußsohle um 0,50 m auf die ganze Wehrbreite.

Die Form des Sturzbeckens wird durch an den Seiten (links und rechts vom Stromstrich) auftretende Wasserwalzen bestimmt, die sich um eine vertikale Achse entgegengesetzt der Strömung des Gewässers drehen.

Sie greifen die Ufer an und tragen sie ab. Die erosierende Tätigkeit dieser Wasserwalzen erreicht ihr Ende, wenn die natürliche Vollendung des Sturzbeckens erreicht ist. Dies ist der Fall, wenn die seitlichen Wasserwalzen eine solche Breite erreicht haben, daß ihre äußeren an den Ufern vorbeistreichenden Wasserteile an der Drehbewegung nicht mehr oder nur mit ganz geringer Geschwindigkeit teilnehmen.

Bei diesem Wehre ist dies aber nicht der Fall; wir haben es hier mit einem noch nicht ganz fertigen natürlichen Sturzbecken zu tun.

Auch die in Abb. 1 dargestellten Querprofile zeigen den unfertigen Zustand des Beckens an: Sie haben in ihren Sohlenlinien einer Parabel sich anschmiegende Gestalt; der Einfluß der seitlichen Wasserwalzen auf die Ufer und ganz besonders auf die im Bereich dieser Walzen sich neu herausbildende Sohle ist deutlich zu erkennen; besonders in Profil I bis III ist die Dreiteilung der Sohle terrassenförmig vorbereitet.

Die Seitenwalzen zeigen deutlich das Bestreben, sich rückwärts hinter die seitlichen Wehrmauern zu verlängern, ein Zeichen, daß die Ausbildung des Kopfes dieser Mauern konstruktiv falsch ist. Verlängert man aber die in der Nähe dieser Wehrmauern sicher fertigen Umgrenzungslinien des natürlichen Sturzbeckens (Abb. 1, Grundriß, gestrichelte Linie), so treffen diese die vordere Absturzkante des Wehres. Ein Aufdrehen der Seitenmauern in diese Richtungen hätte einen Angriff des Wassers, wie er hier in die Erscheinung tritt, verhindert.

Im Stromstrich liegt eine Deckwalze, die ihr Ende am Anfang der Uebergangsstrecke erreicht; hier tritt auch der unter ihr hindurchziehende Wasserstrahl wieder an die Oberfläche. Die Deck- und Seitenwalzen werden hier an ihrer beckenbildenden Tätigkeit insofern gehindert, als durch den Aufstau eines unterhalb sich befindlichen Triebwerkes deren Tätigkeit zeitweise aufgehoben wird.

2. Queichwehr im Banne Hochstadt (Abbild. 2).

Die normale Breite dieses Wehres beträgt 5,60 m. An der Wehrstelle ist das Flußbett, dessen normale Breite unterhalb des Wehres 9,00 m beträgt, zusammengezogen.

Der Wehrkörper reicht an der Ueberfallkante 1,10 m über die Sohle und liegt im Gefälle. Die konstruktive Anordnung ist sonst die gleiche wie bei dem unter 1) beschriebenen Wehr. An den Wehrkörper schließt sich ein kleiner künstlicher Sturzboden aus Sandsteinquader von 0,30 m Breite an.

Die Seitenmauern des Wehres sind hier, nicht wie bei dem Queichwehr unter 1), auf ihre ganze Länge parallel durchgeführt, sondern die linksseitige am Ende des Sturzbodens zu einem Flügel aufgedreht und die rechtsseitige ungefähr unter dem gleichen Winkel wie die Linke abgeschrägt. Diese Anordnung verhinderte die beim Wehr unter 1) auftretende Erscheinung und bedeutet einen Fortschritt in der baulichen Anordnung der Seitenmauern dieser Wehre, wie sie hier in der damaligen Zeit[1]) erstellt wurden.

Das unterhalb des Wehres entstandene natürliche Sturzbecken tritt uns hier in seiner vollkommen ausgebildeten Gestalt entgegen. Die Umrißlinien zeigen wohlgeformte Bögen, die jedoch auf beiden Seiten verschieden zur Ausbildung kamen, was seine Ursache in den ungleich auftretenden Seitenwalzen und ihrer verschiedenen Wirkung hat.

Die größte Breite des Sturzbeckens beträgt rund drei Wehrbreiten oder rund 16 Wehrhöhen. Sie liegt rund 2,5 Wehrbreiten oder rund 13 Wehrhöhen unterhalb der vorderen Wehrkante.

Von der Flußachse aus fallen von diesen drei Wehrbreiten oder 16 Wehrhöhen rund 1,8 Wehrbreiten oder rund 9 Wehrhöhen nach rechts, die Ergänzungen zu 3 bezw. 16 nach links.

Der Einfluß des Wehres auf die Umgrenzungslinien des Sturzbeckens reicht 6 Wehrbreiten oder rund 31 Wehrhöhen unterstrom. Die größte Beckenbreite liegt also ungefähr in der Mitte des in der Fließrichtung sich erstreckenden Beckens.

Hier fällt die größte Kolktiefe nicht mit der größten Beckenbreite zusammen; sie liegt 1,3 Wehrbreiten oder rund 6,8 Wehrhöhen unterhalb der vorderen Wehrkante oder rund 1,2 Wehrbreiten oder rund 6,2 Wehrhöhen oberhalb der größten Sturzbeckenbreite.

Der Kolk selbst reicht in seinem tiefsten Punkte 1,80 m unter die normale Bachsohle, ist also rund 1,6mal tiefer als das Wehr hoch.

Auch bei diesem Wehr tritt am Ende des künstlichen Sturzbodens auf seine ganze Breite nur eine gleichmäßige Tieferlegung der Sohle um 0,30 m ein. Von diesem Punkt fällt die Sohle in der Achse des Flusses gleichmäßig bis zum tiefsten Punkte ab, um von dort ebenso gleichmäßig wieder anzusteigen bis zum Anfang der Uebergangsstrecke, in deren Nähe auch die Deckwalze ihr Ende erreicht. In der Uebergangsstrecke erfolgte eine Auflandung über die alte Sohle, die am Anfang der Strecke den größten Wert erreicht und allmählich bis auf die alte normale Sohle abnimmt.

Das Becken selbst zerfällt — wie die Querprofile zeigen — in drei Teile: einen mittleren Teil, der unter dem Einfluß einer Tosstrecke, einer Strudelstrecke und einer Deckwalze steht und zwei Seitenteilen, auf denen die Seitenwalzen lagern. Die Teile des Beckens, auf denen die Sei-

[1]) Das Queichwehr im Banne Oberlustadt wurde aus den Steinen des in der Nähe sich befindlichen Jagdschlosses Neuhaus, das im Jahre 1627 zerstört wurde, erbaut.

Digitized by Google

tenwalzen lagern, können mit Terrassen verglichen werden, die in die Mulde der Deckwalze und des wirksamen Querschnitts übergehen.

Die Tosstrecke schließt sich im großen Ganzen halbkreisförmig an die vordere Absturzkante des Wehres an. In ihr wird die Energie des abstürzenden Wassers gebrochen; ihr folgt die Strudelstrecke, die sich bis zum tiefsten Sohlenpunkte ausdehnt; hieran reiht sich die Strecke der Deckwalze, die nur eine ganz geringe Bewegung aufweist und in die auch Wasser des unter ihr hindurch ziehenden Strahles eindringt. Ihre Wirkung scheint eine etwas andere zu sein, als die einer reinen Deckwalze.

Auf der linken Seite der Tosstrecke strömt in der Richtung der angegebenen Pfeile (Abb. 2, Grundriß) Wasser ab, das an der Strudelbildung stark beteiligt ist, während auf der rechten Seite diese Erscheinung vollständig fehlt. Im ersteren Falle hat dies eine Verkürzung der linken Seitenwalze zur Folge, während im letzteren Fall die Seitenwalze bis an die Wehrmauer reicht.

Die Stärke der Seitenwalzen ist verschieden: die breitere rechte Seitenwalze hat eine geringere Tiefe, die schmale linke eine größere. Hieraus kann ohne weiteres auch auf die ausgesprochen wagrechte Arbeit der einen und der mehr senkrechten der anderen geschlossen werden.

An den äußeren Rändern der Seitenwalzen tritt das ein, was bei dem unter 1) beschriebenen Queichwehr nicht der Fall ist, nämlich: fast vollständige Bewegungslosigkeit des Wassers.

Die Abflußverhältnisse erfahren unterhalb des Wehres, das einen Eingriff in den natürlichen Abflußvorgang darstellt, eine Umgestaltung, die auf eine ganz bestimmte Flußlänge die Herausbildung einer neuen Bettform im Gefolge hat.

Diese Umgestaltung des Bettes, die in der veränderten Flußbreite und -Tiefe hauptsächlich in die Erscheinung tritt, kann bei freiem Spiel der Kräfte, die dabei wirksam sind, dann als beendet angesehen werden, wenn diese sich im Gleichgewicht befinden; dann wird eine Vertiefung des Kolkes oder eine weitere Abtragung der unbefestigten Ufer nicht mehr eintreten. Der Kolk liegt dann weitab vom Wasserbauwerk, so daß er ihm keinen Schaden zufügen kann.

Was die Ausdehnung dieses natürlichen Sturzbeckens nach der Breite und der Länge betrifft, so könnten seine Abmessungen, wenn man die durch den Fall freiwerdende

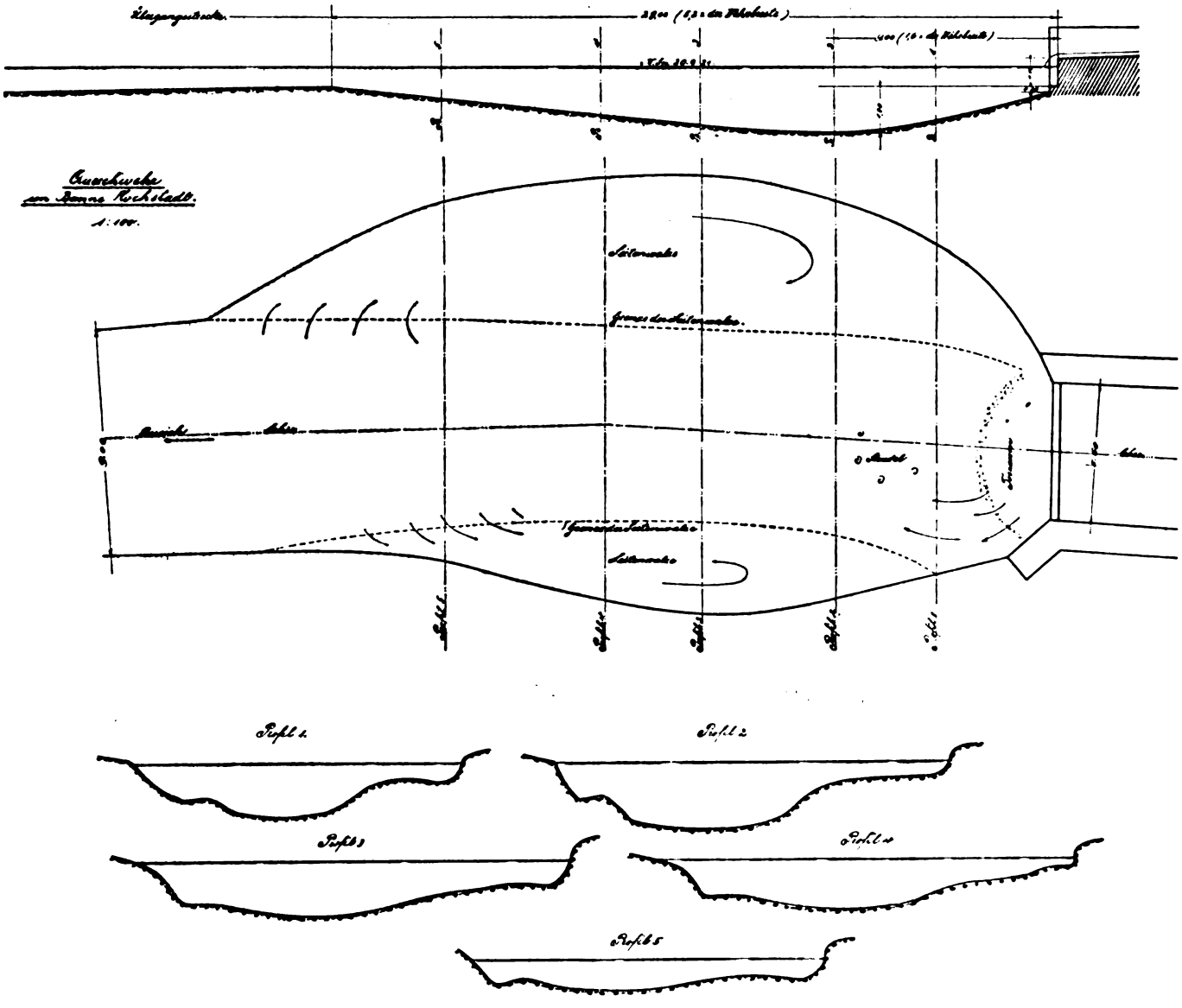


Abbildung 2.

Digitized by Google

Energie, die in dem Becken gebrochen wird und im Jahresmittel ca. 13 Roh-PS beträgt, in Betracht zieht, groß erscheinen, weil sie um ein Vielfaches die Wehr- bezw. Flußbreite überschreiten; aber auch hier arbeitet die Natur mit dem Element Wasser nach ganz bestimmten Gesetzen, die als Ergebnis in einem durch ein eingebautes Hindernis in seinen natürlichen Abflußverhältnissen gestörten unbefestigten Flußbett im Laufe der Zeit stabile Formen bedingen, welche eine künstliche Befestigung der Flußsohle und -Ufer nicht erforderlich machen. Der Versuch zur Herleitung einer Kolkgleichung soll einem späteren Aufsatze vorbehalten bleiben.

Zusammensetzung und Verlauf der Reibungswiderstände des fließenden Wassers in offenen Gerinnen

Von Baurat Dr. Ing. Wolf zu Weimar.

In den einschlägigen Lehrbüchern ist in der Regel die Annahme verbreitet, daß die Verhältniszahl $\varphi = \frac{v}{v'} = \frac{\text{mittlere Profilgeschwindigkeit}}{\text{größte}\quad\text{"}}$ lediglich nur von der Beschaffenheit der benetzten Wandungen abhängig ist: je glatter diese, desto größer φ und umgekehrt. Auf Grund von zahlreichen, in natürlichen Gerinnen von zumeist einigermaßen ausgeglichener Querschnittsform ausgeführten Flügelmessungen hat der Verfasser gefunden, daß der Wert φ beim gleichen Meßprofil auch von der Größe des Profilradius R und der Geschwindigkeit v, die mit wachsender Tiefe t (R) gleichfalls zunimmt, beeinflußt wird. Mitunter sind die beiden letztgenannten Werte von größerer ausschlaggebender Bedeutung für die Bemessung der Zahl φ als der Grad der Rauhigkeit des Profils.

Auch in der gebräuchlichsten Abflußformel $v = c\sqrt{R \cdot J}$ kommt zum Ausdruck, daß die Geschwindigkeitsziffer c sowohl nach Bazin $[c = f(\gamma, R)]$ als auch nach Ganguillet und Kutter $(c = f(n,R,J))$*) mit der Zunahme von R wächst, auch wenn der Rauhigkeitsbeiwert γ (n) konstant bleibt. Unter Voraussetzung dieser Bedingung aber würden c und mit diesem v sich ins Ungemessene steigern, was nach den folgenden Untersuchungen jedoch ausgeschlossen erscheint. Danach erreicht die Verhältniszahl φ in vielen Fällen bei einer gewissen Tiefe t und einer gewissen Geschwindigkeit v in der Regel einen festbleibenden Wert oder nähert sich einem solchen. Es müßte demzufolge sich auch c allmählich zu einer konstanten Zahl umbilden, nachdem man im gewissen Sinne $v = \varphi \cdot v' = c \cdot \sqrt{R\,J}$ setzen kann, worin φ zwar nicht identisch mit c, aber doch direkt proportional ist. Die beiden Werte φ und c, die dimensionslos sind, geben die Größe der Reibung an. Mit ihrer Zunahme ist eine Abnahme der Reibungswiderstände verbunden; während der reibungslose Zustand durch $\varphi = 1$ $(v = v')$ charakterisiert wird, erreicht nach Bazin der Faktor

$$c = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

für den gleichen Fall mit $\gamma = 0$ die Größe von 87. In der Formel von Ganguillet und Kutter:

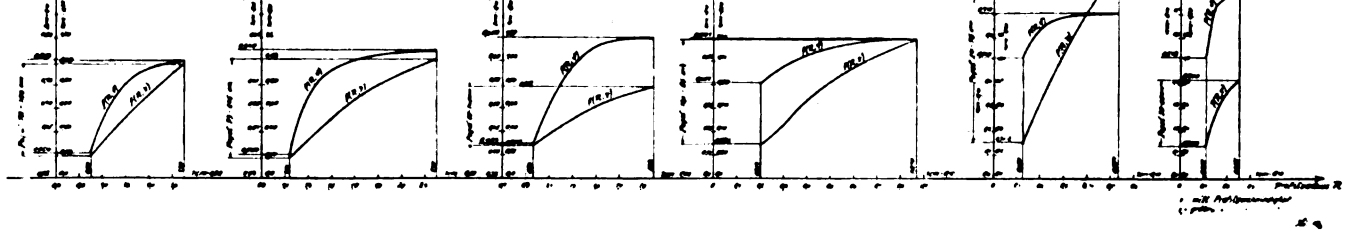
$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

wird beim Eintritt der Reibungslosigkeit $n = 0$ der Wert $c = \infty$, was sicherlich falsch ist und dem Ergebnis nach Bazin widerspricht.

In den neueren Abflußformeln: $v = c \cdot R^x \cdot J^y$ (nach Beyerhaus: $v = c \cdot R^{0{,}70} \cdot J^{0{,}46}$, nach Forchheimer: $v = c \cdot R^{0{,}70} \cdot J^{0{,}5}$ ist der Wert c bei gleichbleibendem Wandmaterial für alle Wasserstände (R) eine konstante Zahl, was jedoch nach den folgenden Zusammenstellungen in Bezug auf φ teilweise nur für angereicherte Profile zutrifft und für kleinere Wasserstände ausgeschlossen ist. In dem Werte c der obigen Abflußformeln ist lediglich nur die Rauhigkeit der benetzten Fläche berücksichtigt, aber nicht die mit der wachsenden Geschwindigkeit zunehmende turbulente Strömung, die durch Mischung der verschiedenen Wasserschichten große innere Reibungen auslöst und bestimmend auf die Bildung der Zahlen φ und c einwirkt.

Der Nachweis für die Richtigkeit dieser Behauptung wird an Hand der Untersuchungsergebnisse von 26 Meßprofilen geführt, die an natürlichen Flußgerinnen aufgenommen, die verschiedensten Abmessungen aufweisen. Die Wasserspiegelbreiten bewegen sich in den Grenzen von 2,50 m bis 49,0 m bei Kleinwasser. Die Profile liegen zumeist, soweit die örtlichen Verhältnisse es gestatteten, in geraden Strecken von nur geringen Querschnitts- und Strömungsänderungen, so daß man für gleiche Wasserstände ohne nennenswerten Fehler eine gleichförmige Fließbewegung bei unverändertem Gefälle voraussetzen kann. Nachdem durch eine Reihe von Flügelmessungen vom Niedrigwasser bis vielfach zum kleinen Hochwasser eine ausgeglichene Kurve zwischen Pegelstand und Abflußmenge gefunden war, wurde im rechtwinkligen Achsenkreuz die Beziehung zwischen dem Pegelstand einerseits und der mittleren Profilgeschwindigkeit v, der größten Profilgeschwindigkeit v', der Querschnittsfläche F und dem Profilradius R andererseits aufgestellt und durch die jeweils zusammengehörigen Punktschwarme eine mittlere Linie gelegt, die von den einzelnen Punkten zumeist nur geringe Abweichungen ergab. Für die größte Geschwindigkeit v', die sich stets in einem gewissen Abstande unter der Oberfläche entwickelte, wurde die mit dem Flügel ermittelte benutzt, da die durch Schwimmer entlang einer kurzen Flußstrecke gefundenen Werte häufig

*) Das Gefälle J sei für die Folge unveränderlich angenommen.



Reibungswiederstände des fließenden Wassers.

Digitized by Google

von der ersteren abwichen, was wohl auf Luftwiderstand, Wellenbewegung der Wasseroberfläche, persönliche Fehler in der Beobachtung u. dgl. zurückzuführen ist.

In der folgenden Tabelle sowie in den 6 Abbildungen sind die wichtigsten für die Herleitung der Schlußfolgerungen erforderlichen Angaben zusammengestellt:

Wasserlauf	Breite (m) des Profils bei Niedrigwasser	mittlere Tiefe (m) des Profils bei Niedrigwasser	Profilradius R von — bis	Verhältniszahl $\varphi = \frac{v}{v'}$ von — bis	mittlere Geschwindigkeit v (m/sec.) von — bis	Pegelstand (cm) von — bis	Beginn der stärkeren Krümmung zur Horizontalen (Knick) in der Kurve (R, v) bei v (m/sec.)	Beschaffenheit der benetzten Wandungen
1) Jüchse — Ritschenhausen	3,30	0.24	0,19 — 0,506	0,58 — 0,686	0,47 — 0,79	33 — 72	0,64	Sohle: grober Kies Ufer: senkrechte Mauern, wenig rauh
2) Werra — Meiningen	18,50	1,00	0,90 — 1,70	0,606 — 0 803	0,19 — 0,98	78 — 186	0,61	Sohle: feiner Kies und Sand Ufer: gepflasterte Böschung und senkrechte Mauer, wenig rauh
3) Werra — Meckers	17,0	1,30	1,14 — 2,40	0,55 — 0,64	0,17 — 1,02	73 — 245	0,50—0,62	Sohle: feiner Kies und Sand Ufer: gewachsener Boden, teilweise Schilf und Gras
4) Felda — Dorndorf	7,3	0,23	0,168 — 0,60	0,655 — 0,703	0,37 — 1,35	27 — 92	0,69	Sohle: Kies und Gerölle Ufer: gewachsener Boden, Grasnarbe
5) Werra — Dorndorf	22,0	1,20	1,10 — 2,33	0,39 — 0,58	0,26 — 0,78	10 — 168	0,50	Sohle: feiner Kies und Sand Ufer: gewachsener Boden, Buschwerk
6) Ulster — Unterbreizbach	7,6	0,39	0,354 — 0,83	0,70 — 0,80	0,26 — 1,51	40 — 100	0,57—0,88	Sohle: Beton Ufer: senkrechte Mauern, wenig rauh
7) Werra — Dankmarshausen	26,5	0,55	0,42 — 2,80	0,50 — 0,60	0,42 — 1,27	0 — 300	0,83	Sohle: feiner Kies und Sand Ufer: gewachsener Boden, Grasnarbe
8) Werra — Hörschel	37,0	1,05	0,96 — 1,99	0,423 — 0,65	0,27 — 0,78	20 — 145	0,54—0,65	Sohle: feiner Kies und Sand Ufer: gewachsener Boden, Weiden
9) Gera — Plane	6,7	0,15	0,12 — 0,275	0,563 — 0,617	0,18 — 0,82	9 — 35	0,59	Sohle: grober Kies und Gerölle Ufer: rohe Holzbohlen
10) Gera — Bischleben	9,20	0,23	0,22 — 0,46	0,425 — 0,682	0,34 — 0,904	25 — 52	0,57—0,78	Sohle: grober Kies Ufer: senkrechte Holzbohlen
11) Ilm — Gräfinau	7,0	0,25	0,245 — 0,745	0,705 — 0,74	0,31 — 1,48	26 — 103	0,57 — 0,83	Sohle: feiner Kies Ufer: gewachsener Boden, Flechtwerk
12) Ilm — Mellingen	9,10	0,20	0,20 — 0,87	0,41 — 0,601	0,296 — 1,20	16,5 — 95	0,60 — 0,83	Sohle: grober Kies und Gerölle Ufer: Grasnarbe, Weiden
13) Ilm — Niedertrebra	9,0	0,48	0,47 — 1,25	0,698 — 0,737	0,335 — 1,61	31 — 131	0,72	Sohle: geschichtete Steine Ufer: senkrechte Mauern, wenig rauh
14) Schwarza — Blankenburg	10,0	0,30	0,28 — 1,23	0,433 — 0,556	0,38 — 1,75	30 — 129	0,90	Sohle: grober Kies, Gerölle Ufer: gewachsener Boden, teilweise rauhes Pflaster
15) Schwarza — Schwarza	12,50	0,30	0,265 — 0,96	0,392 — 0,579	0,50 — 1,66	20 — 111	0,78	Sohle: grober Kies, Gerölle Ufer: gewachsener Boden, teilweise rauhes Pflaster
16) Loquitz — Probstzella	6,90	0,05	0,045 — 0,30	0,60 — 0,835	0,51 — 2,96	3,3 — 36	0,95	Sohle: Pflaster Ufer: senkrechte Mauern, wenig rauh
17) Sormitz — Leutenberg	7,80	0,05	0,043 — 0,47	0,615 — 0,730	0,221 — 1,79	7,4 — 61	0,75	Sohle: grober Kies Ufer: senkrechte Mauern, wenig rauh
18) Loquitz — Eichicht	8,30	0,30	0,25 — 0,83	0,655 — 0,665	0,54 — 1,45	29 — 103	0,80	Sohle: feiner Kies Ufer: gewachsener Boden
19) Saale — Rothenstein	49,0	0,30	0,20 — 2,20	0,614 — 0,705	0,35 — 1,33	— 40 — + 220	0,68 — 0,82	Sohle: grober Kies Ufer: senkrechte Mauern, wenig rauh

Digitized by Google

Wasserlauf	Breite (m) des Profils bei Niedrigwasser	mittlere Tiefe (m) des Profils bei Niedrigwasser	Profilradius R von — bis	Verhältniszahl $\varphi = \frac{v}{v'}$ von — bis	mittlere Geschwindigkeit v (m/sec.) von — bis	Pegelstand (cm) von — bis	Beginn der stärkeren Krümmung zur Horizontalen (Knick) in der Kurve (R, v) bei v (m/sec.)	Beschaffenheit der benetzten Wandungen
20) Saale — Stöben	30,0	0,80	0,77 — 2,55	0,367 — 0,638	0,11 — 1,20	68 — 264	0,44	**Sohle:** Kies **Ufer:** Grasnarbe, Weiden
21) Auma — Heinoldsmühle	2,50	0,09	0,08 — 0,615	0,447 — 0,597	0,11 — 1,67	23 — 90	0,61	**Sohle:** grober Kies, Gerölle, Felsen **Ufer:** senkrechte Mauern, rauh
22) Weida — Weida (oberhalb)	6,00	0,18	0,135 — 0,69	0,622 — 0,687	0,41 — 2,0	12 — 100	0,63	**Sohle:** grober Kies **Ufer:** gewachsener Boden, Grasnarbe
23) Weida — Weida (unterhalb)	11,00	0,15	0,14 — 0,715	0,325 — 0,572	0,40 — 1,82	33 — 110	0,69	**Sohle:** Gerölle und grobe Steine **Ufer:** gewachsener Boden, Grasnarbe
24) Tettan — Heinersdorf	7,50	0,15	0,129 — 0,537	0,518 — 0,708	0,302 — 1,80	24 — 75	0,58	**Sohle:** Kies und Gerölle **Ufer:** senkrechte Mauern, wenig rauh
25) Steinach — Steinach	5,20	0,11	0,083 — 0,590	0,611 — 0,714	0,251 — 2,02	8 — 65	0,58	**Sohle:** Kies und Gerölle **Ufer:** senkrechte Mauern, wenig rauh
26) Itz — Almerswind	3,30	0,12	0,11 — 0,255	0,518 — 0,800	0,27 — 0,84	30 — 60	0,55	**Sohle:** grober Kies **Ufer:** gewachsener Boden

Es fällt zunächst auf, daß die Verhältniszahl $\varphi = \frac{v}{v'}$ je nach dem Grad der Rauhigkeit und der Wasserführung innerhalb weiter Grenzen von 0,325 bis 0,835 schwankt und teilweise erheblich kleiner ist, als man sie in Lehrbüchern gewöhnlich findet. Bei Niedrigwasser sinkt sie in drei Fällen unter 0,40, in der Weida bei Weida (unterhalb) sogar auf 0,325. Während bei dieser die außerordentlich rauhe Sohle und die geringe Tiefe den Wert φ so sehr herabmindern, bilden in der Werra bei Dorndorf die hauptsächlich am rechten Ufer bei Kleinwasser in Ruhe befindlichen Wasserschichten die Ursache der geringen Bemessung von φ; denn $v = \frac{Q}{F}$ ergibt bei großer Fläche F einen kleinen Wert v und demzufolge einen solchen von $\varphi \left(= \frac{v}{v'}\right)$. Eine andere Erklärung dürfte bei dem wenig rauhen Profil und dem großen hydraulischen Radius ($R = 1{,}10$) kaum zu finden sein. Bei steigendem Wasserstande werden auch die vordem ruhenden Teile in Bewegung gesetzt, wodurch die Zunahme der Zahl φ bedingt ist.

Aus den in der obigen Tabelle mitgeteilten Ergebnissen läßt sich ein scharfes, die Bildung des Wertes φ maßgebend beeinflußendes Gesetz nicht ableiten. Bei den meisten Profilen ergeben trotz annähernd gleicher Beschaffenheit der benetzten Wandungen und gleicher Geschwindigkeit die einzelnen Zahlen φ so wenig Uebereinstimmung, daß die Aufstellung einer allgemein gültigen Beziehungskurve $f(R, \varphi)$ ausgeschlossen ist. Demnach müssen noch andere mitbestimmende Faktoren, deren genaue Kenntnis fehlt, vorhanden sein, die ihren Ursprung vielleicht in dem mannigfaltigen Auftreten der Reibung der einzelnen Wasserschichten unter sich haben.

Dagegen läßt sich klar erkennen, daß bei nahezu allen der Untersuchung zugrunde gelegten Meßprofilen der Wert φ mit steigendem Wasserstande (R), dem eine Zunahme der Geschwindigkeit v entspricht, vom Niedrigwasser an, das durchweg die kleinsten φ aufweist, anfangs in stärkerem Maße wächst, dann immer langsamer, bis allmählich die Zahl φ sich der Konstanten nähert. Trotz der mitunter großen Unterschiede von φ innerhalb des gleichen Profils ist das Wandmaterial das gleiche geblieben bzw. durch die Ausdehnung der Benetzung nur geringen Aenderungen ausgesetzt. Aus der Beziehung $f(R, \varphi)$ ist dieser Vorgang gut ersichtlich; die Kurve steigt anfänglich steil an, wird allmählich immer flacher und schmiegt sich zuletzt an die Horizontale an. Die Abhängigkeit der Verhältniszahl φ von dem Profilradius R ist dadurch klar erwiesen, da vom Kleinwasser an φ bis zu einer gewissen Pegelhöhe mit R rasch zunimmt. Aber auch der Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit v und dem Wert φ steht fest, nachdem fast durchweg beim Eintritt einer Geschwindigkeit von 0,50 bis 0,70 m/sec die genannte Beziehungskurve $f(R, \varphi)$ nach steilerem Anlauf flacher verläuft, ja häufig sogar einen scharfen Knick erhält, der den Uebergang in die Horizontale einleitet oder rechnerisch ausgedrückt, die Konstans von φ bewirkt, insbesondere nach Eintritt von Geschwindigkeiten $v > 1{,}0$ m/sec. Die großen Geschwindigkeiten vermehren die Turbulenz der Strömung und diese wiederum hat starke innere Reibungen zur Folge, welche eine weitere durch die wachsende Tiefe (R) bedingte erhebliche Zunahme von φ verhindern, diese allmählich beeinträchtigen und schließlich zu Null machen. Auch die Geschwindigkeit v, die anfänglich mit steigendem Wasserspiegel (R) in stärkerem Maße zunimmt, büßt langsam an Zuwachs ein*), ja läßt in manchen Fällen eine Annäherung an einen konstanten Wert zweifellos erkennen.

Diese Reibungsvorgänge lassen sich durch entsprechende Ergänzung aus den bekannten Formeln von der gleichförmigen Bewegung des freifließenden Wassers erklären, die man für die ausgewählte kürzere Flußstrecke mit genügender Genauigkeit zugrunde legen kann. Die Kraft, welche die Wasserscheibe $F \cdot ds$ in Bewegung erhält, oder schärfer ausgedrückt, ihr eine Beschleunigung erteilt, ist I. $K = \gamma \cdot F \cdot ds \cdot \frac{dh}{ds}$; $F = b \cdot '$ und $\frac{dh}{ds} = J$. Der vorwärtstreibenden Kraft K wirken die Reibungswiderstände W entgegen, die Verzögerungen hervorrufen uud proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit v sind:

$$W = \frac{\gamma}{c^2} \cdot v^2 \cdot p \cdot ds.$$

Diese Widerstände setzen sich nicht nur, wie bisher in den hydraulischen Formeln zumeist angenommen wurde, aus der

*) Wenn diese Regel in der Beziehung $f(R, v)$ bei einigen Profilen nicht bestätigt wird, so liegt das an der besonderen Form des Flußquerschnittes oder an dem zu geringen Wasserspiegelunterschiede, der den Beobachtungen zugrunde gelegt wurde.

Digitized by Google

Reibung W_1 des Wassers an den Flußwandungen, sondern auch aus der inneren Reibung W_2 der einzelnen Wasserschichten untereinander zusammen; man schreibt daher die obige Gleichung zweckmäßig in der Form:

$$\text{II. } W_1 + W_2 = \frac{\gamma}{(c_1 + c_2)^2} \cdot v^2 \cdot p \cdot ds;\ p = b,$$

worin c_1 und c_2 die entsprechenden Reibungskoeffizienten sind.*)

Für die gleichförmige Bewegung ist somit: Beschleunigung = Verzögerung: $K = W$ und demzufolge III. $(c_1 + c_2)^2 = \frac{v^2}{t \cdot J}$, woraus die bekannte Abflußformel $v = c \cdot \sqrt{R \cdot J}$ abgeleitet ist. In diesem Ausdrucke steht

$c_1 = f(t)$ im indirekten Abhängigkeitsverhältnis zu t.
$c_2 = f(v)$ im direkten " zu v.

Aus der Formel I. $K = \gamma \cdot b \cdot t \cdot ds \cdot J$ folgt, daß mit wachsender Tiefe $t\,(R)$ die Seitenkraft zunimmt. Bei geringer Tiefe t ist K kleiner; die dünne Wasserschicht hat insbesondere bei rauher Sohle große Hindernisse zu überwinden, um eine auch nur mäßige Fließbewegung zu ermöglichen. Die Reibung an den Wandungen, ausgedrückt in dem Koeffizienten c_1 in Gl. III. ist daher bei geringer Tiefe t sehr groß. Der Fließzustand nähert sich der laminaren Bewegungsform, (nach Krey: der Bandströmung), in welcher die einzelnen Wasserprismen nach keiner Richtung hin beschleunigt oder verzögert werden, wenn auch eine Veränderung der Form bei der Bewegung nicht ausgeschlossen ist. Die ausgesprochene Art dieser Strömung liegt bei den hier behandelten Beispielen nicht vor, da der Kennwert: $v\,t \leq \frac{1}{1000}$ (z. B. $v = 0{,}01$ m/sec, $t = 0{,}10$ m) nirgends zutrifft. Durchweg ist hier $v\,t > \frac{1}{1000}$.

Mit zunehmender Tiefe t nimmt die Reibung am benetzten Umfange (c_1) entsprechend ab, die Seitenkraft K wächst andauernd und beseitigt bei weiterer Zunahme ohne Schwierigkeit die an den Wandungen auftretenden Widerstände W_1. Während aber bei Kleinwasser die Geschwindigkeiten v gering sind, (in den meisten Fällen $v < 0{,}30$—$0{,}40$ m/sec), nehmen diese mit wachsender Tiefe zu, wodurch sich die Widerstände W_2 der inneren Reibung immer stärker entwickeln. Bei kleinen Werten von v sind diese, hervorgerufen durch die Bewegung der Wasserteile unter sich und dargestellt durch den Beiwert c_2 nach Gl. III, nur gering, da die Quadrate von $v < 1{,}0$ m/sec noch kleiner sind wie die linearen Größen. Erst wenn die Geschwindigkeiten v zunehmen, tritt die turbulente Strömung immer stärker auf. Die einzelnen Wasserteile werden infolgedessen nach den verschiedensten Richtungen hin beschleunigt oder verzögert; es entsteht eine starke Mischung benachbarter Wasserschichten, die durch das Auftreten von Drehungen und Wirbeln, ferner durch die infolge dieser Seitenschwingungen in der Hauptbewegungsrichtung sich auslösenden Pulsationen noch vermehrt wird. Mit zunehmender Tiefe t wächst die Geschwindigkeit v und mit dieser die Stärke der Turbulenz, die in großen Spielräumen (?) zur vollen Entwicklung gelangt; denn in der Nähe der Sohle und der seitlichen Wandungen sowie des Wasserspiegels nimmt die Flechtströmung (so benannt nach Krey) ab und geht schließlich in die laminare Bewegungsform über, da Schwingungen der Wasserteilchen senkrecht zu den drei genannten Stellen ausgeschlossen sind. Die durch die Kraft K nach Gl. I vermöge der Tiefe und des Gefälles geleistete Arbeit, die sich in der Vorwärtsbewegung der Wasserprismen äußert, wird zum Teil durch innere Reibung, hervorgerufen durch die Flechtströmung und der aus ihr folgenden Begleiterscheinungen verbraucht.

*) Die Schreibweise des Nenners $c_1 \cdot c_2$ oder $\frac{c_1}{c_2}$ ist nicht zulässig, da für $c_2 = 0$ im ersten Falle der Quocient $= 0$ und im zweiten der Quocient $= \infty$ wird, was falsch ist.

In den vorliegenden Fällen bildet sich fast durchweg als Folge der Turbulenz beim Eintritt der Geschwindigkeit $v = 0{,}50$—$0{,}80$ m/sec eine flachere Steigung der Kurve (R, φ) aus, die bei Geschwindigkeiten von $v > 1{,}0$ m/sec, wo die Reibungswiderstände W_2 nach Gl. II mit den Quadraten von v im stärkeren Masse wachsen als mit den linearen Werten, allmählich in die Horizontale übergeht, d. h. die Zahlen φ werden konstant. Demzufolge müßte, worauf eingangs schon hingewiesen wurde, auch die Geschwindigkeitsziffer $c = c_1 + c_2$, die der Zahl φ direkt proportional ist, beim weiteren Steigen des Wasserspiegels einem Wert zustreben, der festbleibend ist bezw. sich nur noch wenig ändert. Diese Bedingung wird jedoch von der bekannten Abflußformel $v = c \cdot \sqrt{R \cdot J}$,*) nach welcher c mit R ungehemmt wächst, nicht erfüllt. In dem Beiwerte c ist die durch die turbulente Strömung hervorgerufene Wirkung des Reibungskoeffizienten c_2 in keiner Weise berücksichtigt. Mit der Abnahme des Wertes c_1, verursacht durch das Wachsen der Tiefe t, ist die Zunahme des Wertes c_2, bewirkt durch die Steigerung der Geschwindigkeit v, verbunden. Die Reibungsziffern c_1 und c_2 stehen somit im indirekten Abhängigkeitsverhältnis zu einander.

Die Unveränderlichkeit von φ hat nicht zur Voraussetzung, daß v und v' gleichfalls konstant sind; die letzteren brauchen nur im gleichen Masse zu wachsen, um den Wert φ unverändert zu erhalten. Die Zunahme der Geschwindigkeit v kommt auch in der Formel $v = c \sqrt{R \cdot J}$ zum Ausdruck, wo bei festbleibender Ziffer c die Geschwindigkeit v sich mit zunehmender Tiefe (R) steigert. Wenn aber, wie dies in den meisten hier untersuchten Beispielen zutrifft, der Zuwachs an Geschwindigkeit v bei steigendem Spiegel allmählich abnimmt, ja manchmal, wie oben schon erwähnt, der Wert v sich der Konstanten nähert (in diesem Falle ist die Verminderung der Zahl φ bezw. der Ziffer $c = c_1 + c_2$ durch die infolge der stärkeren Auswirkung der Flechtströmung bedingte Änderung des Koeffizienten c_2 gar nicht ausgeschlossen), dann erhält man auch aus der obigen Abflußformel keine den wirklichen Verhältnissen entsprechende Ergebnisse. Um den Tatsachen einigermaßen gerecht zu werden, müßte man beim Eintritt und dem weiteren Anwachsen der Turbulenz trotz des gleichbleibenden Wandmaterials den Zuwachs der Ziffer c allmählich vermindern, um die ungehemmte Steigerung der Geschwindigkeit v zu beeinträchtigen. Der Geschwindigkeitsbeiwert c, der (abgesehen vom Profilradius R) nur von dem Grad der Rauhigkeit c_1 der Wandungen abhängig ist, bedarf noch der Ergänzung durch Einführung des Koeffizienten c_2, in welchem die Stärke der turbulenten Strömung zum Ausdruck kommt. In Anbetracht der verwickelten und schwierigen Zusammensetzung der Reibungsverhältnisse des fließenden Wassers erscheint die Ableitung einer allgemein gültigen Abschlußformel jedoch ausgeschlossen, weil die so verschiedenartig auftretenden Widerstände W_1 und W_2 sich nicht mathematisch scharf genug darstellen lassen. Es ist daher zu verstehen, wenn Engels die Vermeidung von Rauhigkeitszahlen empfohlen und eine Formel vorgeschlagen hat, in der die Werte J, v und t so enthalten sind, daß durch sie die Rauhigkeit (c_1 und c_2) ausgedrückt sind, wie dies bereits von namhaften Hydraulikern versucht worden ist.

Bei der generellen Berechnung von sekundlichen Abflußmengen aber, die aus Schwimmermessungen hergeleitet werden, ist bei der Bemessung der Verhältniszahl φ für das gleiche Meßprofil stets auch dessen Füllungsgrad (R) zu berücksichtigen, da mit diesem sich der Wert φ teilweise in starkem Masse ändert, insbesondere vom Niedrig- bis zum Mittelwasser.

*) Die Bewertung der neueren Formeln von Beyerhaus und Forchheimer, in denen die Zahl c für alle Wasserstände gleich ist, wurde in der Einleitung schon besprochen.

Digitized by Google

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Kraft- und Elektrisierungsverhältnisse in Finnland. Einem längeren Aufsatze über die Kraft- und Elektrisierungsverhältnisse in Finnland von Direktor Nordensvan in Tek. Tidskrift 1923 Elektrotecknik, Heft 10, entnehmen wir folgenden Auszug.

Finnland entbehrt völlig der Kohlen- und Oelfundstätten, dagegen besitzt es Torfmoore, Wälder und Wasserfälle in einem Umfange, der den nötigen Vorrat an Kraft auf Jahrhunderte hinaus gesichert erscheinen läßt.

Die Wasserkräfte in den Flußläufen und den vorhandenen Wasserkraftwerken belaufen sich auf

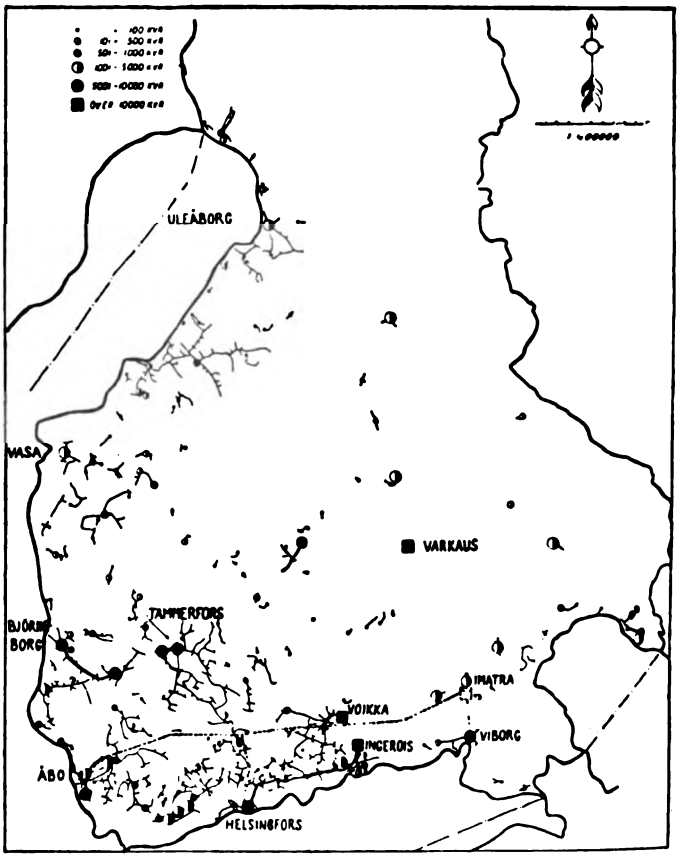
1 000 000 Turbinen PS rd. bei mittlerem Niederwasser
1 300 000 Turbinen PS rd. bei 9 Monat Mittelniederwasser
2 500 000 Turbinen PS rd. bei Mittelwasser.

Hiervon dürften ein Drittel dem Staate gehören, ebensoviel, vielleicht etwas mehr, den Industrie- und Kraftunternehmungen und der Rest den ursprünglichen Besitzern. Ein recht beträchtlicher Teil der Wasserkraft liegt im Süden, wo die Bevölkerungsdichte und damit auch der Energiebedarf am größten ist, und dieser glückliche Umstand wird dadurch noch weiter gefördert, daß die Ablaufverhältnisse hier im allgemeinen recht günstige sind. In diesem Landesteil sind die Wasserläufe meistenteils gebildet aus einem weitverzweigten System von Seen, die untereinander durch Engen oder kurze Stromläufe verbunden sind; diese Wasserläufe fließen dann in einem größeren, verhältnismäßig hochgelegenen Zentrale zusammen, von dem aus das Wasser schließlich durch einen in der Regel verhältnismäßig kurzen Ausflußstrom abläuft, in dessen Wasserfällen sonach der Hauptteil der Fallhöhe und der Wassermenge des Niederschlaggebietes sich vereinigt.

Am bezeichnendsten treten diese Verhältnisse im Niederschlagsgebiet des Vuoksen hervor, das 68 000 qkm umfaßt, wovon 19,1 v. H. auf Seen treffen. Der Zentralsee Saimen, 76 m ü. d. M., beherrscht 60 000 qkm oder gut 88 v. H. des ganzen Gebietes. Aehnlich liegen die Verhältnisse in den beiden anderen großen Niederschlagsgebieten im südlichen Finnland, dem Kumvälv und dem Kymmeneälv, ebenso in ein paar nördlichen Systemen, dem Pasviskälv und Uleälv. Die Seen wirken im hohen Grade ausgleichend. Das Verhältnis zwischen Mittelhoch- und Mittelniederwasser in den Ausflußströmen Nuoksen, Kymmene, Kumo und Ule ist nach den Untersuchungen von Dr. Blomqvist 1,43, 2,55; 4,26 und 5,53, während es für die großen, aber an Seen armen Systeme wie den Kemiälv und Jioälv auf 12,89 und 23,2 steigt und für die kleineren, seefreien, ostbottnischen Flüsse 150 und darüber erreichen kann. Die erstgenannten vier, was die Länge betrifft, verhältnismäßig unansehnlichen Auslaufströme bringen allein bei normalem Niederwasser 593 000 Turbinen PS oder 56 v. H. der ganzen Niederwasserkraft des Landes und bei 9 Monatwasser 697 000 Turbinen PS oder 53 v. H. Durch zweckmäßige Regulierungen kann eine Menge an und für sich kaum ausbaubarer kleinerer Wasserfälle und Stromläufe mit nahegelegenen Stromfällen zusammengelegt werden und es kann dadurch eine bedeutende Erhöhung der verfügbaren Wasserkraft erzielt werden; sodann finden sich an mehreren Stellen gute natürliche Möglichkeiten, durch Seeregulierung einen größeren oder geringeren Teil des Hochwassers für schrittweisen Ablaß während wasserärmeren Jahreszeiten aufzuspeichern. Augenblicklich legt allerdings noch eine veraltete Gesetzgebung nach dieser Richtung der sachgemäßeren Ausnützung der Wasserkraftvorräte Hindernisse in den Weg. Man könnte den praktisch ausbaubaren Wasserkraftvorrat des ganzen Landes auf ungefähr 1 800 000 Turbinen PS schätzen. Inwieweit Bauwürdigkeit in dem Sinne gegeben ist, daß an einen Ausbau etwa innerhalb der nächsten 50 Jahre zu denken wäre, darüber liegt noch keinerlei Schätzung vor. Ausgebaut sind bisher nach verlässigen Erhebungen des Ingenieurs Sjögren ungefähr 183 000 Turbinen PS. Nicht enthalten sind darin kleine Anlagen unter 50 Turbinen PS. Die amtliche Statistik für 1922 gibt die Größe der ausgebauten Wasserkräfte zu 190 000 PS an.

Die Gesamtleistung der Wärmekraftmaschinen wird zu 223 000 PS, wovon 209 000 PS Dampf, angegeben. Von dem in Uebereinstimmung hiermit im ganzen eingerichteten, maschinellen Kraftbetrag, 414 000 PS, werden gegen zwei Drittel oder 264 000 PS für den Betrieb elektrischer Generatoren verwendet, deren elektrische Leistung dann zusammen zu 175 000 KW berechnet werden kann.

Was den Kraftverbrauch betrifft, so sind die 38 Städte seit einigen Jahren alle elektrisiert und zwar handelt es sich nunmehr mit wenigen Ausnahmen um gemeindliche Unternehmungen. Die Hälfte der Elektrizitätswerke besitzt Dampfkraftanlagen. Nur vier Stadtgemeinden — Tammerfors, Uleäborg, Sordavala und Nykarleby — haben eigene Wasserkraftwerke. Doch wurden im vergangenen Jahre nichtsdestoweniger 37 v. H. des gesamten Energieverbrauchs der Elektrizitätswerke mit Wasserkraft gedeckt, meist auf dem Wege des Kaufbezuges, und für das laufende Jahr



steigt der Bezug auf 50 v. H. oder darüber. Elektrisierung des flachen Landes kann in nennenswertem Umfange nur in den südlichen und westlichen Landesteilen, in denen sich neun Zehntel der ganzen vorhandenen Bebauung vereinigen, in Frage kommen. Ungefähr ein Fünftel der Fläche des Landes ist ganz oder teilweise elektrisiert. Ebensowenig wie in Programm und Einrichtung kann in technischer Hinsicht eine irgendwie eingehendere Einheitlichkeit verspürt werden. Besonders ist die große Mannigfaltigkeit der Spannungssysteme in die Augen fallend, die anderwärts wenig gebräuchliche Kombinationen aufweist.

Die Eisenbahnen sind der Hauptsache nach Staatsbahnen. Ihre Gesamtverkehrslänge beträgt rund 4000 km. Vorderhand ist nur Dampfbetrieb vorhanden. Die Elektri-

Digitized by Google

sierungsfrage war in den letzten Jahren Gegenstand vorbereitender Untersuchungen. Die Bahnen, bei welchen elektrischer Betrieb zunächst in Frage kommen dürfte, sind die Strecken Helsingfors—Riihimäki (71 km) und Helsingfors—Kyrkslätt (38 km), auf denen ein ansehnlicher Ortsverkehr vorkommt, sodann die alte Stammbahn Riihimäki—Viborg (242 km). Würde man die Elektrisierung auf die etwa 2000 km ausdehnen, die das Eisenbahnnetz des südlichen Finnland bilden einschließlich der neuen Verbindungsbahn Haapamäki—Pieksämäki—Elisenvaara, so käme man im ganzen auf eine Energiemenge von etwas über 80 Millionen KWh bei einer Spitzenleistung von 30 bis 35 000 KW. Würden jetzt alle finnischen Eisenbahnen mit elektrischer Energie betrieben, so wäre der vermutliche jährliche Bruttoenergieanfall 140 Millionen KWh mit einer Gesamtspitzenbelastung von 50—55 000 KW.

Die Industrie ist der ohne Vergleich größte Energieverbraucher. Die unmittelbar gekuppelte Betriebskraft war 1922 nach amtlicher Statistik etwa 150 000 PS, davon die Hälfte Wasserkraft; daneben fanden sich Elektromotoren eingebaut zu einem Betrage von etwas über 200 000 PS. Etwa 280 Millionen KWh, nahezu 40 v. H. des ganzen Energieverbrauchs, trifft auf Holzschleifereien; fast ausschließlich handelt es sich bei ihnen um Wasserkraft.

Eine Zusammenstellung des ganzen Energieverbrauchs des Landes für das Jahr 1922 ergibt sonach folgende Zahlen:

Städte, ausschl. Industrie (elektr. Energie)	40 Mill. KWh
Plattes Land (elektr. Energie)	25 Mill. KWh
Eisenbahnen (mechan. Energie)	100 Mill. KWh
Industrie (elektr. und mechan. Energie)	710 Mill. KWh
	875 Mill. KWh

Von diesem Gesamtbetrag ist ungefähr die Hälfte mittels Wasserkraft erzeugt. Die erzeugte elektrische Energie beträgt zwischen 300 und 400 Millionen KWh. Was die Zukunftsaussichten der Elektrisierung betrifft, so besteht Anlaß, hier das staatliche Projekt des Ausbaues des Imatra samt den oberhalb gelegenen Stromfällen im Vuoksenfluß kurz zu berühren. Seine Verwirklichung wurde schon eingeleitet auf Grundlage der bisher vom Reichstag für diesen Zweck genehmigten 20 Millionen Finnmark. Das Projekt bildet einen Teil des Planes, der die Regulierung des ganzen oberen Vuoksen und die schrittweise vollständige Ausnützung in vier Absätzen vorsieht, von denen der jetzt in Frage stehende, in der Reihe der zweite, vom Saimen gerechnet, mit einer Fallhöhe von 23, künftig 34 m, der größte wird. Der erste Ausbau soll drei Turbineneinheiten von zusammen ca. 70 000 PS umfassen, der gesamte rund 200 000 PS. Die Kosten für den ersten Ausbau lassen sich zu etwa 161 Millionen Finnmark berechnen.

Noch bemerkenswerter als der Kraftwerksbau selbst, insbesondere in Hinsicht darauf, daß der Staat bisher auf dem Gebiete der Elektrisierung selbst überhaupt nicht tätig war, sind die gigantischen Kraftüberführungspläne, die sich schließlich an das Unternehmen knüpften und die auf nichts geringeres ausgehen, als die Energie des Imatra fortzuleiten, außer zu dem nahegelegenen Viborg, westwärts quer durch ganz Südfinnland bis zu den etwa 400 km entfernten Gegenden um Abo mit den erforderlichen Abzweigungen und Umformerstationen auf dem Wege u. a. nach Helsingfors. Die Hauptleitungslinien sind als 120 000 V Doppellinien geplant. In Abb. 1 sind das Hochspannungsnetz und die Kraftstationen Finnlands und punktiert die geplanten Hauptleitungen eingezeichnet. In dem Maße, in dem diese Hauptlinien in dieser Form und Ausdehnung wirklich zur Ausführung kommen, hat man natürlich mit einer nach mehreren Richtungen recht durchgreifenden Aenderung der jetzigen Verhältnisse auf dem Gebiet der Kraft und der Elektrisierung in Finnland zu rechnen.

Dr. S.

Wasserkraftmaschinen.

Die Schwankungen der Reaktion in Francisturbinen. lassen sich durch eine Röhre messen, deren eines Ende mit einer Membran verschlossen ist, deren Mittelpunkt durch einen Arm mit zwei Mikrophonen verbunden wird. Mit Hilfe eines Oszillographen lassen sich rasch verlaufende Druckschwankungen aufzeichnen, welche durch die Röhre auf die Membran übertragen werden. Man hat das andere Ende dieses Rohres durch das Saugrohr der Turbine und eine am unteren Ende der Laufradnabe angebrachte Stopfbüchse eingeleitet und mit entsprechend geformten Röhrchen zu verschiedenen Punkten des Laufrad-Eintrittes geführt, so daß die Vorrichtung den an einem einmal eingestellten Eintrittspunkt des Laufrades während des Laufes ständig aufzeichnet und die Druckschwankungen beim Vorbeilaufen an den Leitschaufelenden darstellt. Das Rohr wurde bei den an verschiedenen Turbinen und unter verschiedenen Betriebszuständen vorgenommenen Versuchen mit Luft vom Spaltdruck gefüllt, um störende Fliehkraftdrücke des Wassers auszuschalten. Bei 80 Impulsen pro Sekunde und 20 m mittlerem Gefälle ergaben sich Druckschwankungen von 0,05 Atm., entsprechend 0,012 m/Sek., vergrößerter Spalt verringerte natürlich die Schwankungen, die mitunter in Resonanz mit den Eigenschwingungen der Rohrleitung kamen. Rdl.

Der Turbinenversuchsstand von Th. Bell & Cie., Kriens, zeigt gegenüber dem Gewohnten interessante Einzelheiten. Während zumeist die Schaffung verschiedener Gefälle durch Stau des Unterwassers, Einstellung des Oberwasserspiegels oder durch beides zusammen bewirkt wird, ist dort der ganze Oberwasserkasten mit aufgebauter Brems-Plattform und Bremse im Gewicht von zirka 25 t (einschließlich Versuchsturbine), wozu noch zirka 35 t Wasserinhalt kommen, durch ein Zahnstangen-Hubwerk mit 4 Zahnstangen in den Ecken und 1 PS-Motor heb- und senkbar angeordnet. Aus der Pumpenanlage, in welcher ein 300 PS-Motor mittelst Riemen je nach Wahl eine oder zwei Niederdruckpumpen oder eine Hochdruckpumpe treiben kann, wird das Wasser durch ein senkrechtes Teleskoprohr der Beruhigungskammer, welche an die Turbinen-Einbaukammer angesetzt ist, zugeführt. Der ganze Prüfstand ist also vertikal verstellbar. Zur Regulierung der Fördermenge der Pumpen dienen Drosselklappen, zur Anpassung der Förderhöhe werden die Antriebsriemenscheiben ausgewechselt. Bei geringen Gefällen von 2—3 m beträgt die verfügbare Wassermenge 3 m³/Sek. Die geräumige Oberwasserkammer gestattet den Einbau vertikaler wie horizontaler Turbinen und die Anordnung von Modellen für die Turbinen-Einläufe. Die Modelle für Saugrohre u. dgl. werden aus Holz oder Eisen mit schnellbindendem Grenoble-Zement hergestellt. Aus dem Saugrohr gelangt das Wasser durch mehrere Beruhigungsgitter in den Meßkanal von rd. 20 m Länge bei 2,80 m Breite und 2 m Tiefe mit Meßüberfall am Ende, zur Gefällsmessung dienen Standrohre im O.W. und Schwimmer im U.W.

Gebremst wird mit einer wassergekühlten Reibungsbremse (Holz auf Eisen) von 600 mm Durchmesser bei 200 mm Breite, der Bremshebel wirkt entlastend auf eine Zentesimalwage. Die Ueberfallkonstanten für die verschiedenen austauschbaren Ueberfall-Lücken sind z. T. durch unmittelbare volumetrische Messung mit Eichgefäß von 77 m³ Inhalt oder mit Meßdüsen nachgeprüft worden, z. T. liegen Schirmmessungen für die größeren Wassermessungen zugrunde. (Schweiz. Techniker-Ztg. 1924, Nr. 9, S. 102; Abbildungen s. Schweiz. Bauztg. 1924, Nr. 2, S. 22 und 23.)

Rdl.

Bahnelektrisierung

Bedeutende Eisenbahnelektrisierung in Amerika. Im vorigen Jahr wurde von der Westinghousegesellschaft ein Vertrag abgeschlossen über die Elektrisierung der Strecke Mullen—Roanke, die der Virginian Railway Company gehört. Diese Strecke ist 215 km lang mit einer Gleislänge von 340 km. Der Verkehr betrifft hauptsächlich Kohlentransporte mit Zuggewichten von nicht weniger als 5500 Metertonnen in 20 ‰ Steigung und 8200 Tonnen auf den übrigen Strecken. Das System ist einphasiger Wechselstrom. 11 000 Volt, 25 Perioden. Die Lokomotiven haben ein Gewicht von 550 Tonnen, sind mit 16 Treibachsen versehen und werden nach dem gleichen elektrischen System ausgeführt wie bei der angrenzenden Norfolg & Western Ry,

Digitized by Google

d. h. Phasenumformung mit Dreiphasenmotoren. Die Anlage, die auch eine mit Dampf getriebene Kraftstation zu 50 000 kW enthält, bedingt 15 Millionen $ und ist nach der Schwere und dem Umfange des Verkehrs die bedeutendste Eisenbahnelektrisierung, die bisher in Amerika sowohl wie in Europa zustande gekommen ist. Sie ist auch von dem Gesichtspunkte bedeutungsvoll, daß der Beschluß der Durchführung nach vergleichenden Erhebungen und Angeboten gefaßt wurde, die wahlweise auch auf Anwendung von 3000 Volt Gleichstrom sich aufbauten.

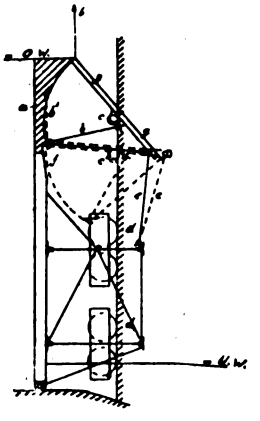
Dr. S.

Wasserbau

Zweiteilige Schütze mit segmentartigem Oberteil. Es ist vorteilhaft, hohe Wehrschützen zu teilen und den oberen Teil in den unteren versenkbar anzuordnen, um auf diese Weise den Stau leichter regeln und um Eis über den oberen Teil ablassen zu können.

Die Ausbildung des oberen Teils als senkrecht bewegliche, in den unteren Teil versenkbare Schütze, entsprechend den Ausführungen der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, hat den Nachteil, daß beim Bewegen der oberen Schütze ihr Eigengewicht und das gesamte Gewicht des überströmenden Wassers und Eises vom Zugmittel aufgenommen werden muß.

Bei Ausbildung des oberen Teils als gewöhnliches Segment mit fester Drehachse ergibt sich eine stark zurückgebogene Stauwand und infolgedessen eine große Wasserauflast, die beim Anheben beider Teile überwunden werden muß.



Bei der neuen zweiteiligen Schütze (vgl. die Abb.) ist der segmentartige Oberteil auf der an seinem oberen Stab *g* angeordneten Rolle *c* gelagert, deren Mittelpunkt bei gehobener Segmentschütze über der Oberkante der unteren Schütze liegt. Die Rolle nimmt den wagrechten Anteil des Wasserdrucks auf und bewegt sich senkrecht auf derselben Laufbahn wie die Rollen *d* der unteren Schütze. Das Eigengewicht derSegmentschütze und das Gewicht des überfließenden Wassers wird durch die Zugkette *b* und zwei oder mehrere Stützstäbe *e* aufgenommen, die oben und unten in Gelenken drehbar sind und über die Breite der Oeffnung verteilt auf der unteren Schütze aufruhen.

Wird die Segmentschütze gesenkt, so gelangt sie in die gestrichelt gezeichnete Lage. Die Ueberfalldecke *g* behält dann noch Gefälle nach dem Unterwasser zu.

Die Antriebskraft in der Zugkette *b* ist bei dieser gesenkten Lage gegenüber der bisher üblichen Anordnung erheblich geringer.

Die Stauwand *f* ist nur wenig nach dem Unterwasser zu geneigt, so daß die Fläche *a*, welche den Querschnitt der beim gleichzeitigen Anheben beider Schützen zu überwindenden Wasserauflast darstellt, ganz gering ausfällt.

Wird die Segmentschütze drehungsfest ausgebildet, indem man z. B. wie in der Abbildung außer der Stauwand *f* und der Ueberfalldecke *g* noch den Träger *h* anordnet, so braucht sie nur an einer Seite durch die Zugkette *b* gehalten zu werden.

Die Anordnung läßt sich auch bei kleineren Stauhöhen vorteilhaft verwenden, wenn bei denselben eine Teilung der Schütze erwünscht ist.

Vereine — Versammlungen

Weltkraftkonferenz. Die erste große internationale Weltkraftkonferenz soll im Juni d. J. in London gehalten werden. Sie begegnet in weiten Kreisen großem Interesse. Man macht sich große Erwartungen auf das Ergebnis, das sicher außerordentlich reichhaltig und lehrreich zu werden verspricht, nicht nur auf Grund der großen Beteiligung, sondern auf Grund der schweren Arbeit, die von den besten Kräften in den beteiligten Ländern geleistet wird. In der Zeit vom 2.—5. August vor. Js. war in London eine vorläufige Zusammenkunft, bei der das endgültige Programm für die Konferenz in seinen Hauptzügen festgesetzt wurde. Es besteht nunmehr aus folgenden sechs Hauptabteilungen:

1. Eine nationale Uebersicht, die einen allgemeinen, nicht technischen Ueberblick über die Kraftverhältnisse in jedem einzelnen Land geben soll zu dem Zwecke, einen Einblick in die Kraftquellen, sowohl Wasser- wie Brennstoffkraftquellen zu geben, deren Umfang, Verteilung und Wert, sowie in deren physiographische und hydrologische Verhältnisse. Weiter soll der jetzige und künftige Kraftbedarf, sowie die sozialen und wirtschaftlichen Verhältnisse und dabei auch die Gesetzgebung der verschiedenen Länder auf diesen Gebieten behandelt werden.

2. Die Kraftherstellung, wobei die allgemeinen technischen Verhältnisse bei der Krafterzeugung behandelt werden sollen, z. B. der Kraftausbau und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Anlagen sowohl für Wasserkraft wie für Dampf- und Explosionskraft. Zugleich sollen die neuesten Ergebnisse erörtert werden, die auf dem Gebiete des Kraftausbaues von Bedeutung sind.

3. Kraftüberführung und -Verteilung. In dieser Abteilung sollen besonders Ueberführungsanlagen mit Anwendung von Umformungen und verschiedenen Stromarten behandelt werden.

4. Die Ausnützung der Kräfte soll getrennt besprochen werden für
   a) allgemeine Industrie, Privatbedarf und darunter den landwirtschaftlichen Bedarf;
   b) für elektrochemische, elektrothermische und elektrometallurgische Industrie;
   c) für Transportwesen — Eisenbahnen, Straßenbahnen und elektrischen Schiffsbetrieb usw.

5. Wirtschaft, Finanzierung und Rechtsverhältnisse. In dieser Abteilung werden mehr ins einzelne gehend die volkswirtschaftlichen Verhältnisse behandelt, z. B. das Eigentumsrecht auf die Energiequellen und das Verhältnis der Staaten zu diesen, die Finanzierung größerer öffentlicher und privater Unternehmungen und endlich die Rechtsverhältnisse bei Grenzwasserläufen und die Ausfuhr von Energie usw.

6. Verschiedenes. Hier sollen unterschiedliche Gegenstände besprochen werden, die nicht unter die vorstehenden Abteilungen einzureihen sind, z. B. Sicherheitsmaßnahmen, Reklame, allgemeine Standardisierung, allgemeines internationales Zusammenarbeiten und in Verbindung hiermit die Möglichkeiten für Einrichtung einer dauernden, internationalen Zentrale für Untersuchungen und Aufklärungen über Kraft.

Der Stoff soll im allgemeinen in Vollsitzungen behandelt werden. Nur reine technische Zwischenfragen sollen in Sondersitzungen erörtert werden.

Die Konferenz ist kein Staatsunternehmen, sondern durch The British Electrical and Allied Manufacturers Association u. a. eingeleitet.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 6. Mai 1924.

84a. 3. 391 663. Dr.-Ing. Franz Kreuter, München, Römerstraße 21. Eine Vorrichtung zum Abbremsen von Hoch-

*) Im Deutschen Reichsanzeiger vom 5. Juli 1923 unter J 22996 V/81a veröffentlichte Patentanmeldung.

Digitized by Google

druckwasserkräften; Zus. z. Pat. 310249. 24. 6. 22. K. 82428.
84a, 5. C. 32514. Paul Armand Jean-Marie Constan Coye, Frankreich, und Charles Standaert, Paris. Schwimmkästen zur Herstellung von Molen, Kais, Dämmen usw. 24. 8. 22. Frankreich 26. 8. 21.

Letzter Tag des Einspruches 18. Mai 1924.

27c, 8. B. 108980. Dr. Albert Betz, Göttingen, Böttingerstraße 8. Achsialgebläse oder -Pumpe. 27. 3. 23.
88a, 7. P. 43564. Ferdinand Petters, Wien, Gefällumwandler. 25. 1. 22. Oesterreich 10. 5. 21.
47g, 34. G. 58490. Gabriel Gomand, Barcelona, Spanien. Durch ein Hilfsorgan auf der Zuflußseite entlasteter Absperrschieber. 13. 2. 23. Frankreich 6. 7. 21.
47g, 45. B. 105495. Fa. Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof. In der Rohrachse angeordneter hydraulisch gesteuerter Rohrschieber. 24. 6. 22.
47b, 4. L. 57490. Wilhelm Laue, Nürnberg, Heideloffplatz 3. Kugel-Stehlager. 3. 3. 23.
47b, 4. L. 57491. Wilhelm Laue, Nürnberg, Heideloffplatz 3. Stehlager. 3. 3. 23.
47b, 12. F. 54965. Franz Findling, Berlin, Großbeerenstraße 57. Kugelkäfig. 14. 11. 23.

Geschäftliches

Zollerleichterungen für die Kölner Messe. In Verhandlungen mit den zuständigen interalliierten und französischen Stellen hat das Messeamt Köln für die Aussteller der Kölner Messe aus dem unbesetzten Gebiet wesentliche Zollerleichterungen erwirkt. Es ist dem Messeamt zugebilligt worden, daß die Messegüter vom unbesetzten Gebiet nach Köln zollfrei eingeführt und wieder ausgeführt und daß die erforderlichen Anträge durch das Messeamt eingereicht werden können. Zur Sicherung dafür, daß die Güter nicht im besetzten Gebiet verbleiben, ist eine Kaution in Höhe des doppelten Einfuhrzolles zu hinterlegen. Das Derogationsbüro hat sich damit einverstanden erklärt, daß das Messeamt diese Sicherheit von den Beteiligten einfordert und der Zollbehörde gegenüber sich für entsprechende Beträge verbürgt. Das Messeamt übernimmt also für die Aussteller den gesamten Verkehr mit der französischen Zollbehörde.

Schutz vor Erfindungen usw. auf der Kölner Messe. Nach einer Bekanntmachung des Reichsministers der Justiz im Reichsgesetzblatt tritt der durch das Gesetz vom 18. März 1904 vorgesehene Schutz von Erfindungen, Mustern und Warenzeichen auf Ausstellungen auch für die vom 11.—17. Mai 1924 stattfindende erste Kölner Mustermesse ein.

Untere Iller A.-G. Unter dieser Firma ist zwecks weiteren Ausbaues der bayerischen Wasserkräfte ein neues Unternehmen gegründet worden. Hauptaktionäre sind die Bayernwerk A.-G., München, mit 60 Prozent und die Lech-Elektrizitätswerke A.-G., Augsburg, mit 40 Prozent des vier Millionen GM. betragenden Aktienkapitals.

Das Unternehmen bezweckt die Nutzbarmachung der Wasserkraft der Iller auf der 33,5 km langen Strecke zwischen Kellmünz und der Donau mit einem gesamten Rohgefälle von 65 m, das sich auf folgende Gefällstufen verteilt: Untereichen mit 14,7 m, Au mit 14,7 m, Illerzell mit 17,6 m, Ludwigsfeld mit 18 m.

Vorerst ist allerdings nur der Ausbau der beiden obersten Kraftstufen Untereichen und Au im Bereiche des Bezirksamts Illertissen in Aussicht genommen. Erforderlich ist zu diesem Zwecke die Erbauung eines Werkkanals von rund 14,3 km Länge, der unterhalb Kellmünz auf dem rechten (bayerischen) Illerufer abzweigt und bei Vöhringen wieder in die Iller zurückmündet. Durch das bei Kellmünz zu errichtende bewegliche Wehr sollen der Iller bis zu 80 cbm/sec Wasser entnommen und dem Werkkanal zugeleitet werden können. Die installierte Maschinenleistung für jede der beiden Kraftwerke Untereichen und Au beträgt 12000 PS. Entsprechend der zur Verfügung stehenden Wassermenge ist eine Jahresarbeit von 100 Millionen Kilowattstunden zu erzielen. Mit dem Bau des Unternehmens soll alsbald nach Beendigung der Vorarbeiten begonnen werden. Die Verwertung der erzeugten elektrischen Energie erfolgt auf Grund eines zwischen der Bayernwerk A.-G. und den Lech-Elektrizitätswerken abgeschlossenen Stromlieferungsvertrages für Zwecke der Landesenergieversorgung.

Dem Aufsichtsrat der Iller A.-G. gehören an: Direktor Menge vom Bayernwerk (Vors.), Ministerialrat Decker, Ministerialrat Fuchs, Oberfinanzdirektor Flamme von der Bayerischen Staatsbank, Landtags-Abg. Brügel-Nürnberg, Oberbaurat Zell-München, Direktor Egger von den Lech-Elektrizitätswerken, Bankdirektor Chuard-Zürich, Kommerzienrat Frommel-Augsburg und Prof. Salomon von den Lahmeyer-Werken, Frankfurt. („M. N. N.")

Stand der Bauarbeiten an der Rhein-Main-Donau-Großschiffahrtsstraße. Nach einem Bericht des Vorsitzenden des Bayer. Kanal- und Schiffahrtsvereins, Oberbürgermeister Luppe, Nürnberg, sind die Niedrigwasserregulierung der Donau, das große Kraftwerk im Kachlet vor Passau und ein Kraftwerk bei Viereth am Main im Bau begriffen. Alles andere ist zunächst zurückgestellt worden. Die Banken stellten für die Finanzierung dieser Bauten die Bedingung, daß die Abnahme des im Kachletwerke zu gewinnenden Stromes gesichert werden müsse. Dies wurde erreicht durch den Abschluß einer Betriebsgemeinschaft mit der Aktiengesellschaft Großkraftwerk Franken. Die zu erwartenden Ueberschüsse werden groß genug sein, um weitere Bauten zu ermöglichen. Auch die Stromerzeugung bei der Vierether Stufe wird voraussichtlich an das Großkraftwerk Franken geliefert werden. Im Kraftwerk Viereth wird im Sommer dieses Jahres der Betrieb aufgenommen werden können, während die Staustufe bei Steinbach vor Passau Ende 1926 fertiggestellt sein soll. Sind beide Werke im Gange, so wird die Möglichkeit gegeben sein, die Mainstrecke Aschaffenburg—Würzburg in Angriff zu nehmen. Die Kraftgewinnung an den Staustufen im Main wird wieder die Finanzierung der Wasserstraße bis nach Nürnberg ermöglichen und zur Finanzierung des Mittelstückes zwischen Nürnberg und der Donau wird der Ausbau der oberen Donau mit den dortigen Werken erheblicher Kraftgewinnung Voraussetzung sein.

Staatsrat Dr. v. Graßmann, Direktor der Rhein-Main-Donau-A.-G. sprach sich dahin aus, daß die für die Ausführung der genannten ersten Bauten festgesetzten Termine eingehalten werden. Ueber den Bau einer Kraftstufe bei Erlabrunn schweben gegenwärtig Finanzierungsverhandlungen. Die Prüfung der Frage, ob die Beilngrieser oder die Steppberger Linienführung südlich von Nürnberg ausgeführt werden soll, ist dem Abschluß nahe: der technische Ausschuß des Vereins wird dann damit befaßt werden. Wann der Ausbau der oberen Donau finanziert werden könnte, kann heute noch nicht gesagt werden: die Aktiengesellschaft wird aber bemüht sein, auch diese Sache so weit und so rasch als möglich zu fördern. Heute ist es die Hauptsache, zunächst die erste Etappe des Bauprogramms zurückzulegen.

Der derzeitige Stand der Arbeiten an der Kachletstufe ist folgender: Für die Doppelkammerschleuse sind die umfangreichen Erd- und Felsarbeiten einschließlich der großen Staudämme links der Donau nahezu zur Hälfte ausgeführt. Die Arbeiten für die Herstellung des Oberhauptes der Südschleuse und für die Verbreiterung der Eisenbahnbrücke

Digitized by Google

sind im Gange. Die großen Stemmtore, die Umlaufverschlüsse mit den maschinellen Einrichtungen sind bereits in Arbeit. Die südliche Hälfte der Schleuse soll bereits mit Beginn des Jahres 1925 für den Schiffahrtsbetrieb bereitstehen. Von den sechs Oeffnungen des großen Stauwehres zu je 25 m Lichtweite werden zur Zeit die beiden rechtsseitigen hergestellt. Der rechte Landpfeiler mit dem Fischpaß und den nach auf- und abwärts abschließenden Ufermauern ist schon hochgeführt, an den beiden ersten Strompfeilern und den Wehrböden wird im Vollbetrieb gearbeitet. Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg ist mit der Werksarbeit für die riesigen Doppelschützen für den 8½ m hohen Stau, sowie für das Eisengerippe der Wehrüberbauten, des Steges und der Windwerke beschäftigt. Aus der Baugrube für das Krafthaus werden zur Zeit die großen Erd- und Felsmassen des Aushubes über eine große Transportbrücke auf das rechte Ufer der Donau gefahren, wo sie zur Schüttung der rechtsseitigen Staudämme verwendet werden. K.

Neckar A.-G. Im württembergischen Staatsministerium liegt ein Plan vor, wonach die Regierung ermächtigt werden soll, Gesamt- und selbstschuldnerische Bürgschaft für weitere Anleihen der Neckar A.-G. bis zum Höchstbetrag von 5 Millionen Goldmark gemeinschaftlich mit dem Reich, Baden und Hessen, sowie Rückbürgschaft gegenüber Baden und Hessen je im Verhältnis von 1 : 5 zu übernehmen. Ferner zur Fortführung der Arbeiten an den Kraftwerken Wieblingen und Neckarsulm sich an einem gemeinschaftlich zu gewährenden Darlehen von 1,2 Millionen Goldmark zu beteiligen.

Wasserkraftbau-Aktiengesellschaft, Zweigniederlassung Stuttgart. Das Programm der Gesellschaft ist Finanzierung und kompletter Ausbau von geeigneten Wasserkräften jeglicher Art und Größe, besonders die Bestrebung, die deutsche Wirtschaft durch Ausbau von Wasserkräften von der Kohle möglichst unabhängig zu machen. Die Ausführung erfolgt auf Grund eines Generalunternehmervertrages unabhängig von Unterlieferanten. Die der Gesellschaft erwachsenden Unkosten und der Verdienst werden nach Vereinbarung in dem Generalunternehmervertrag festgelegt. Weitere Verdienste und Einkommen fließen der Gesellschaft nicht zu. Mit der Projektierung und Lieferung von Materialien, Maschinen usw. befaßt sich die Gesellschaft nicht, jedoch mit der praktischen und theoretischen Beurteilung des Projektes und Veranlassung evtl. Aenderungen, Verbesserungen und Verbilligungen, sowie Führung sämtlicher Verhandlungen, die für den Ausbau erforderlich werden, und besonders Finanzierung je nach den örtlichen Verhältnissen. An der Gesellschaft sind Unterlieferanten nicht beteiligt, so daß die vollständige Unparteilichkeit in jeder Hinsicht gewährleistet ist. Sämtliche Lieferungen werden im Einvernehmen mit der Bauherrschaft durch die Gesellschaft an geeignete Unterlieferanten vergeben.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Energiewirtschaft. Elektrizitätswirtschaftsfragen und Völkerbund. Von Dr. R. Haas, Rheinfelden. „E.T.Z.", 1924 H. 13, S. 275. (Bericht über die in der 2. allgem. Konferenz des Völkerbundes behandelten Fragen betr. Uebereinkunft über Durchleitung elektrischer Arbeit und über Nutzbarmachung der Wasserkräfte, an der mehrere Staaten beteiligt sind.)

Energieverteilung. Probleme des Bayernwerks. Von Dir. A. Menge. „Fortschritte der Technik", Beilage zu „Münch. Neueste Nachr.", Nr. 7 v. 2. 3. 1923. (Beschreibung der Anlage, ihrer technischen Einzelheiten und der zu lösenden Probleme.)

Wasserbau. Die Unterdükerung der Elbe für die Wasserversorgung der Deutschen Maizena-Gesellschaft. Von Dr.-Ing. Thiem, Leipzig. „Der Städtische Tiefbau", 1924, Nr. 3/4, S. 7—11; 5 Abb. Besprechung der unterhalb der Stadt Barby bei Magdeburg für die Fabrik der Deutschen Maizena-Gesellschaft ausge-

Digitized by Google

führten Unterdükerung der Elbe. (Schwierige Bauausführung — besonders die Verlegung der Rohrleitung.)

— Die Entwicklung der beweglichen Wehre. Von Dipl.-Ing. Mangold, Darmstadt. „Die Bautechnik", 1924, Nr. 7, S. 49—51, und Nr. 9, S. 68—72; 9 Abb. (Einteilung der beweglichen Wehre nach der Art ihres Verschlusses; Berechnung und Konstruktion von Schützenwehren, im besonderen ihrer Verschlüsse, Nadelwehre, Walzenwehrkonstruktionen. Einige Beispiele aus der Praxis an Hand von Abbildungen.)

— Einsturz eines Erddammes. Von Dipl.-Ing. Mehmel, Karlsruhe. „Bauing.", 1924, Heft 6, S. 157—159; 3 Abb; nach „Eng. News Record" v. 16. 6. 21, 30. 8. 23, 13. 9. 23 und 29. 11. 23. (Nähere Angaben über den Dammbruch im August 1923 im Staat Arkansas-Nordamerika. Der Damm wies innerhalb der Durchfeuchtungslinie stark poröse Struktur auf.)

— Wie fließt das Grundwasser? Von O. Emersleben, Berlin. „Die Bautechnik", 1924, Heft 10, S. 73—76; 3 Abb. (Uebersicht über die bisher gemachten Untersuchungen und Forschungen und theoretische Angaben über Filtergesetz, Absenkungsoberfläche, Gesamtströmung.)

— Die Zerstörung der Glenotalsperre in Oberitalien. Von Prof. Rothmund. — „Der Bauingenieur", 1924, H. 3, S. 59—63; 3 Abb. (Eingehende Erörterung des Bruches und seiner Ursachen, unter Berücksichtigung teils neuer Möglichkeiten — fehlerhafte Verstärkung der Massivmauer.)

— Weitere Mitteilung über den Bruch der Glenotalsperre. Von Baudirektor Link. — „Zentralblatt d. Bauverwaltung", 1924, H. 9, S. 75—76; 3 Abb. (Erörterung über die Ursache der Rißbildung und Gleitsicherheit der Mauer.)

— Untersuchungen über die Wasserdurchlässigkeit von Beton, ausgeführt in der Versuchsanstalt Letten-Zürich. Von Hugentobler. — „Schweiz. Wasserwirtschaft", 1923, H. 2, S. 27—35; 8 Abb. (Versuchsanordnung und Durchführung; Ergebnisse und Folgerungen an Hand der Diagramme der Sickermengen, Prüfung von Verputzen und Anstrichen.)

— Die Gestaltung geschiebeführender Gewässer hinsichtlich Linienführung und Gefälle. Von Dr.-Ing. Krapf, Innsbruck. „Die Rheinquellen", 1924, Nr. 1, S. 11—14. (Ermittlungsart der Wirkung von Durchstichen auf die Gefällslinie eines geschiebeführenden Gewässers.)

— Genaue Ermittlung der sekundlichen Abflußmengen in natürlichen Flußläufen auf Grund von Oberflächengeschwindigkeitsmessungen mit besonderer Berücksichtigung der österreichischen Donau. Von Ing. R. Ehrenberger. „Oesterr. Monatsschr. f. d. öff. Baud. f. Berg- u. Hüttenwesen", 5. Jg., H. 2, S. 18. (Genaues Verfahren zur Bestimmung der mittleren Profilgeschwindigkeiten, Beziehung zwischen den einzelnen Oberflächen- und mittleren Vertikalgeschwindigkeiten, Kontrollberechnungen.)

Wasserkraftanlagen. In Staumauer eingebaute Kraftwerke. „E.T.Z.", 1924, H. 13, S. 277—278, nach „Génie Civil", 1922, Nr. 24, S. 521; 3 Abb. (Beschreibung einer Wasserkraftanlage im nördl. Frankreich, die in den Hohlraum der aufgelösten Staumauer gelegt wurde.)

— Die projektierten Rheinkraftwerke Reckingen, Dogern und Schwörstadt. — „Schweiz. Wasserwirtschaft", 1924, H. 2, S. 19—23, 5 Abb. (Generelle Beschreibung der drei Kraftwerke: Reckingen, mittl. Jahresleistung 32 300 PS, wovon je 50% auf die Schweiz und Baden; Dogern, 60 000 PS, wovon 53,8% auf die Schweiz und 46,2% auf Baden; Schwörstadt 96 000 PS [Vollausbau] mit je 50% Anteil für Schweiz und Baden.)

Wasserkraftnutzung. Der Ausbau von Wasserkräften an der unteren Fulda. Von Reg.-Baurat Probst, Kassel. „Die Bautechnik", 1924, Nr. 8, S. 61—62; 2 Abb. — (Besprechung der infolge künstlichen Eingriffs als dauernd eintretende Ueberflutung landwirtschaftlichen Ufergeländes und die zu ihrer Bekämpfung erforderlichen Maßnahmen.)

Wasserstraßen. Das Donau-Hafenprojekt für Krembs. Von Oberbaurat R. Erben, Krembs. „Zeitschr. f. Binnenschiffahrt", 1924, Heft 3, S. 40—45; 1 Abb. (Begründung der Notwendigkeit für die Errichtung eines Donauhafens zwischen Wien und Linz in Verbindung mit dem Rhein—Main—Donau-Kanal.)

— Der Oberrhein als Schiffahrtsstraße. Von Ministerialrat a. D. Faber, München. „Bauzeitung", 1924, Nr. 6, S. 44—47. (Eingehende Behandlung der Frage mit dem Ergebnis, daß der regulierte offene Rhein den Vorzug gegenüber dem geplanten Rhein-Seitenkanal verdient.)

Buchbesprechungen

Hütte, Taschenbuch für Betriebsingenieure. Herausgegeben vom akad. Verein „Hütte" e. V. und Dr. ing. A. Stauch, unter Mitwirkung der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure. Mit 1431 Textabb., 1271 Seiten. Berlin 1924, Wilh. Ernst & Sohn. Preis geb. M. 19.50.

„Je kenntnisreicher die Werkstättenleiter sind und je bessere Hilfsmittel sie für die Ausübung ihrer schwierigen und anstrengenden Tätigkeit zur Verfügung haben, um so besser und wirtschaftlicher werden der Fabrikbetrieb und seine Erzeugnisse sein", sagt das Vorwort dieses in Aufmachung und Inhalt an die bekannte „Hütte" sozusagen als Fortsetzung sich eng anschließenden Buches und gibt damit das Ziel, das zu erreichen den Herausgebern und den vielen Mitarbeitern bestens gelungen ist. Stoffkunde, Materialprüfung und Festigkeitslehre bilden die Einführung, welcher sich Maschinengetriebelehre als Grundlage für die Mechanik der Arbeitsmaschinen, ein sehr ausführlicher Abschnitt über „Maß und Messen" und damit zusammenhängend — vielmehr dadurch ermöglicht — die „Vereinheitlichung in der deutschen Industrie" schließen sich an. Die gesamten Arbeiten des Normenausschusses der deutschen Industrie finden hier eingehende Darstellung. In folgerichtiger Anordnung werden Fabrikanlagen, deren Entwurf nach dem Arbeitsdiagramm und deren Generalkostenzusammensetzung sowie der technische Teil (Heizung, Lüftung, Nebenanlagen), die Fördermittel auf gleicher Flur mit und ohne Gleis (einschließlich der neuesten Elektrokarren u. dgl.), Unfall- und Gewerbehygiene nebst Unfallverhütung und Wohlfahrtseinrichtungen besprochen. Fabrikorganisation, Stückzeitbestimmung, Eignungsprüfung und Ausbildung der Facharbeiter unterrichten über die Einzelheiten der allgemeinen Betriebswissenschaft, ein Abschnitt über Sozialpolitik bringt die wichtigsten Richtlinien und Vorschriften. — In fünf Abschnitten finden sich die Bearbeitungsarten der Baustoffe eingehend beschrieben, wobei der elektrischen Schweißung ein besonderer Abschnitt gewidmet ist, ein Kapitel behandelt das Anreißen von Guß- und Schmiedestücken und vier Abschnitte sind den Werkzeugen in ihren verschiedenen Formen und Verwendungsmöglichkeiten vorbehalten. Sehr gründlich finden wir die Werkzeugmaschinen auf rund 200 Seiten in ihren modernsten Ausführungen und unter dem

Digitized by Google

Gesichtspunkt höchster Ausnutzung behandelt, über die Holzbearbeitungsmaschinen wird ebenfalls das Nötigste gesagt. Den recht wertvollen Beschluß bildet ein orientierender Abschnitt über das Auswuchten schnell umlaufender Maschinenteile und die Hilfsmittel dazu.

Das Buch, das durchwegs dem neuesten Stand aller Einzelheiten Rechnung trägt, ist für den Betriebs- und Werkstattmann die gleiche unerschöpfliche Quelle in allen Fragen wie die altbekannte „Hütte" für den Konstruktionstisch. Damit ist das neue Buch wohl am treffendsten beurteilt. Rdl.

Entscheidungen des preußischen Landeswasseramtes. Im amtlichen Auftrage herausgegeben von den Mitgliedern des Landeswasseramtes. Vierter Band, Berlin; Carl Heymanns Verlag, 1924; Preis 4 M., geb. 6 M.

Es ist nicht nötig, darauf hinzuweisen, daß diese Veröffentlichungen für alle diejenigen, die sich praktisch mit dem preußischen Wassergesetz zu beschäftigen haben, von großer Bedeutung sind und eine notwendige, sehr erwünschte Ergänzung zu den Kommentaren bilden.

Unter den Beschlüssen, die diejenigen umfassen, welche im Jahre 1922 und im ersten Halbjahr 1923 ergangen sind, sind eine ganze Anzahl, die sehr wichtig sind. Es können hier nur einige herausgegriffen werden.

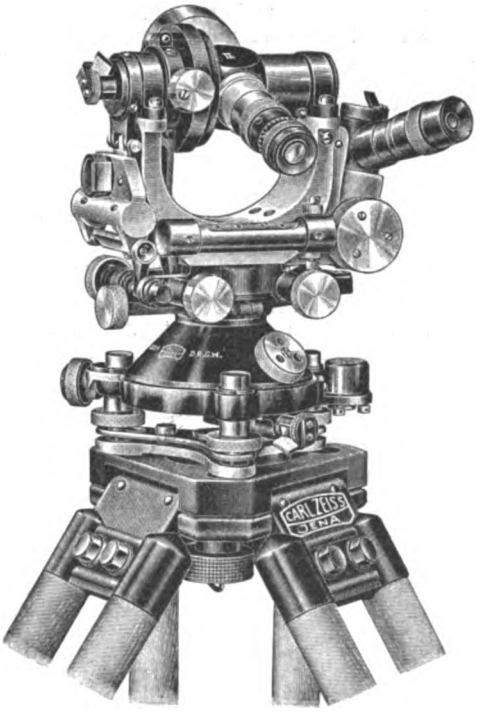
In einer die Ableitung von Kaliwässern betreffenden Entscheidung wird auf die Bedeutung der Kaliindustrie für die deutsche Volkswirtschaft hingewiesen nicht nur wegen der Befriedigung des Bedarfs der heimischen Landwirtschaft, sondern auch wegen der Schaffung eines Ausfuhrgutes von hohem Werte. Die Rücksichten auf das öffentliche Wohl überwiegen die Gedanken, welche durch das Auftreten von Privatschäden gerechtfertigt erscheinen. In der gleichen Entscheidung wird ausgesprochen, daß nur der jedem einzelnen Widersprechenden erwachsende Schaden dem Nutzen des beantragten Unternehmens gegenübergestellt werden kann, nicht der allen Widersprechenden oder einer Gruppe von ihnen entstehende Gesamtschaden.

Für alle Gemeinden, die Wasserkräfte für die öffentliche Elektrizitätsversorgung ausbauen wollen, wird durch die Entscheidung, die in einer Sache der Stadt Stolp gegen den Provinzialverband von Pommern ergangen ist, ein großes Hemmnis geschaffen, insofern daß, falls auch die Provinzen den Ausbau der gleichen Wasserkräfte betreiben, diesen wegen der größeren Bedeutung des Ausbaues durch sie für das öffentliche Wohl der Vorzug zu geben ist. Den gleichen Grundsatz hat das Landeswasseramt kürzlich von neuem in einer ganz ähnlich liegenden Sache der Stadt Hirschberg i. Schlesien, welche die Ausnützung vielleicht der bedeutendsten in Schlesien noch vorhandenen unausgebauten Wasserkraft in Anspruch nahm, ausgesprochen und der Provinz, welche die Hand auf diese Wasserkraft legte, den Vorrang gegeben.

Für Bergwerkseigentümer ist eine Entscheidung von Belang, nach welcher durch das allgemeine Berggesetz ihnen für die Einleitung von Grubenwässern in einen Wasserlauf kein weitergehendes Recht eingeräumt wird, als ihnen nach den Vorschriften des allgemeinen bürgerlichen Rechtes zusteht. Es wird in der Entscheidung auch Bezug genommen auf den durch das Reichsgericht gedeuteten Begriff des Gemeindeüblichen; es kommt darauf an, ob nach den Anschauungen und dem aus den Tatsachen zu vermutenden Willen der Allgemeinheit der Anlieger und Grundeigentümer eine Zuführung von Abwässern in einen Wasserlauf als eine allgemein zu duldende anzusehen ist.

Es ist ein häufig vorkommender Fall, daß häusliche Abwässer nicht unmittelbar, sondern mittels einer Straßenrinne oder eines Grabens, der kein Wasserlauf im Sinne des Wassergesetzes ist, in einen Wasserlauf eingeleitet werden. Die Eintragung eines derartigen Rechtes in das Wasserbuch ist zulässig.

Staurechte, die nicht auf einem besonderen Titel, z. B. der Ersitzung, beruhen, erlöschen mit dem Wegfalle der für die Rechtmäßigkeit der Stauanlage notwendigen ge-



ZEISS

Neuer

Theodolit

mit

gemeinsamer Ablesung
selbsttätiger Mittelung
u. optischem Mikrometer

Höhe: 200 mm

Auskunft auf Anfrage

CARL ZEISS JENA

Ausführliche Druckschrift „Geote 63" kostenfrei

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 9 **München, 1. Mai 1924** **19. Jahrgang**

Die Staumauer von S. Chiara d'Ula am Tirso in Sardinien

Die Annalen des obersten Rates der öffentlichen Gewässer im italienischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten vom Jahre 1922 enthalten eine besonders beachtenswerte, mit einer Reihe prächtiger Abbildungen ausgestattete Veröffentlichung des Ing. Luigi Kambo, Inspektors der Arbeiten der Gesellschaft „Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso", über eine im Bau befindliche Staumauer von S. Chiara-d'Ula am Tirso in Sardinien. Wenn wir dieselbe mit gewissen Abkürzungen und Auslassungen hier wiedergeben, hoffen wir, auch bei uns den beteiligten Fachkreisen einen Gefallen zu erweisen.

Sardinien, die zweitgrößte Insel des mittelländischen Meeres, so wenig bekannt nicht nur bei den Fremden, sondern auch im übrigen festländischen Italien, ist eine der Gegenden Italiens, über die die Natur ihre Gaben besonders reichlich ausgeschüttet hat.

Die unsinnige Entwaldung hat jedoch eine Zerrüttung des Wasserwesens zur unmittelbaren Folge gehabt: es gibt in Sardinien keine Flüsse im wahren Sinne des Wortes, sondern es sind Gießbäche, reißend in den regnerischen Jahreszeiten und trocken oder fast trocken in der Frühlings- und Sommerzeit. Von diesen Flüssen ist der wichtigste der Tirso.

Erst in den letzten Jahren ist durch sardische Sondergesetze ein Anfang mit Verbesserungen und Eindeichungen der Wasserläufe gemacht worden. Die Wirkungen dieser Arbeiten sind noch nicht erkennbar, aber für alle Fälle werden sie, unter Aufwand dauernder Arbeit, nur einige der unglücklichen Einflüsse der Entwaldung mildern können.

Die ungünstige Verteilung des Regens im Verein mit der Abholzung, in deren Folge die Angriffe des Windes keine Hemmung mehr finden und die Feuchtigkeit des Bodens sich nicht mehr hält, bewirkt, daß die Weidetriften im allgemeinen sehr armselig sind und daß, abgesehen von Seuchen, denen die Tiere infolgedessen schon geringeren physischen Widerstand entgegensetzen, eine tatsächliche Hungersterblichkeit sich findet, die in gewissen Jahren die Herden schwer heimgesucht.

Eine andere Landplage Sardiniens sind die zahlreichen Teiche im Campidano von Oristano-Cagliari, entstanden in der Quartärzeit: hierher gehören die Teiche von Cagliari, von S. Giusta, von Sasso, von Cabras, die dem Ackerbau viele Tausende von Hektaren entziehen und die auf der ganzen Insel herrschende Malaria fördern.

Glücklicherweise sind Arbeiten in Ausführung und Planung begriffen, von denen Sardinien ein wirtschaftliches Aufblühen sicher erhoffen kann: so wird die große Hitze, die jetzt im Sommer die Ländereien austrocknet, im Verein mit der Bewässerung aus Sammelweihern sie mit ewigem Grün bekleiden, wird sie urbar machen, neue Reichtümer schaffen, und eine Bevölkerung, die jetzt auswandert, festhalten. Sei es durch Unterdrückung der Mückenherde, sei es durch Schaffung größerer physischer Widerstandskraft, werden diese Arbeiten, dank der erhöhten Wohlhabenheit der zurzeit noch schlecht ernährten Bevölkerung der Malariaplage entgegenwirken.

Die elektrische Energie, die in Becken sich aufspeichern wird, wird imstande sein, neue Industrien zu schaffen, unter denen die hauptsächlichsten die elektrolytische Erzeugung von Zink und von Eisen aus den großen Ablagerungen der Nurra mittels elektrischer Oefen sein werden.

Neuer Reichtum wird so erstehen und er wird gerechter verteilt sein, da die erhöhten Ansprüche der Arbeiter selbsttätig ihre materielle Lebenshaltung und damit als unvermeidliche Folge die jetzt noch darniederliegenden intellektuellen und moralischen Eigenschaften heben werden.

Die italienische Regierung, die seit einiger Zeit Erhebungen über die Bewässerung Sardiniens vermittelst Wasserbecken hatte vorbereiten lassen, konnte einer so angesehenen und wichtigen Gegend Italiens nicht weiter gleichgültig gegenüberstehen und es wurden weitschauende Sondergesetze für Sardinien herausgegeben zu dem Zwecke, Verbesserungsarbeiten, Schaffung künstlicher Seen sowie Ausdehnung der Bewässerung durch Gewährung von Unterstützungen anzuregen. Eine wirksame tatsächliche Verkörperung der im Gesetze vorgesehenen Pläne bildete der Entwurf des bedeutenden Ingenieurs Angelo Omodeo vom Jahre 1912 über die Schaffung einer Abdämmung am Flusse Tirso, deren kennzeichnende Eigenschaften waren: Erweiterung des von der Staatsverwaltung schon vorgesehenen Beckens durch Verschiebung der ausgewählten Oertlichkeit und durch genügende Erhöhung, sowie Ausnützung der infolge Erbauung eines Sammelweihers verfügbaren Energie durch eine hydroelektrische Anlage. Die Hinzufügung einer Zentrale ist vom Urheber des Entwurfes folgendermaßen begründet: „Wie aus einem Bericht der Professoren Alpe und Serpieri über die Bewässerung des Campidano von Oristano hervorgeht, verlangt die Umstellung des in Frage stehenden Gebietes auf intensive Kultur durch Bewässerung eine sehr lange Zeit, während der die bedeutende hineingesteckte Aufwendung infolge der bescheidenen Erträgnisse nahezu rentelos bleiben muß. Da wir nicht anstehen, dem Staate eine starke Erhöhung der Hilfsgelder vorzuschlagen, ohne andere Vorteile als die recht mittelbaren der Bewässerung in Aussicht stellen zu können, und da wir überdies die Ueberzeugung haben, daß sich die wirtschaftlichen Grundlagen der großartigen Arbeit durch Hinzufügung einer Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie zu der Bewässerungsanlage sich im Sinne einer bedeutenden Hebung und Beschleunigung der Ertragfähigkeit geltend machen werden, haben wir den Plan des Beckens am Tirso von Grund aus umgearbeitet."

So stand es 1912 zu lesen; hätte man damals gleich mit den Arbeiten angefangen, so wären sie wahrscheinlich zu Ende geführt worden, bevor noch der Weltkrieg seine Wirkungen fühlbar gemacht hätte, und daher mit viel geringerem Aufwande (wenn man nur die Geldentwertung in Rechnung zieht), während anderseits die gewonnene Energie gerade durch die im Kriegsinteresse dringend erforderliche bessere Ausnützung der Bergwerke von unschätzbarem Werte gewesen wäre. Der von Ingenieur Omodeo 1912 vorgelegte Entwurf umfaßte: eine geradlinige Staumauer mit Dreieckquerschnitt, die hydroelektrische Zentrale, eine Brücke als Ersatz für die in der Provinzialstraße Abbasanta—Sorgono gelegene, die künftig unter Wasser zu liegen kommen soll, eine Sammeltalsperre am Tirso unterhalb der großen Abdämmung mit zwei Bewässerungskanälen. Dieser ganze Entwurf ist in seinen Hauptzügen in voller Ausführung begriffen vorbehaltlich der Anpassungen und Abänderungen, die eine ins einzelne gehende Untersuchung der Oertlichkeit und die unaufhörlichen Fortschritte der Technik vorschrieben. Die wichtigste dieser Abänderungen ist die vom Ingenieur L. Kambo

Digitized by Google

bezüglich der Staumauer vorgeschlagene. Die Staumauer ist darnach nach der Einrichtung der Vielfachbogen mit einer innerhalb dieser Bogen angebrachten Zentrale ausgestattet. Der Vorschlag wurde von der Società „Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso", die mit königlichen Entschließungen vom 25. Juni 1914 und vom 14. Februar 1915 die Konzession erlangt hatte, angenommen und von der Staatsverwaltung genehmigt.

Der Tirso ist, wie schon bemerkt wurde, der wichtigste Fluß in Sardinien; er hat ein Einzugsgebiet von 3000 qkm, das vom l'Alto Tirso (1300 qkm), vom Taloro (800 qkm) und Flumineddu (900 qkm) gebildet wird. Die Staumauer erhebt sich zwischen den Zusammenflüssen der beiden letzteren und deshalb beträgt das Zuflußbecken des künftigen künstlichen Sees 2100 qkm. Die Wassermenge des Tirso wechselt zwischen 1000 cbm/sek bei Hochwasser und ungefähr der Hälfte davon im Sommer, während die mittlere

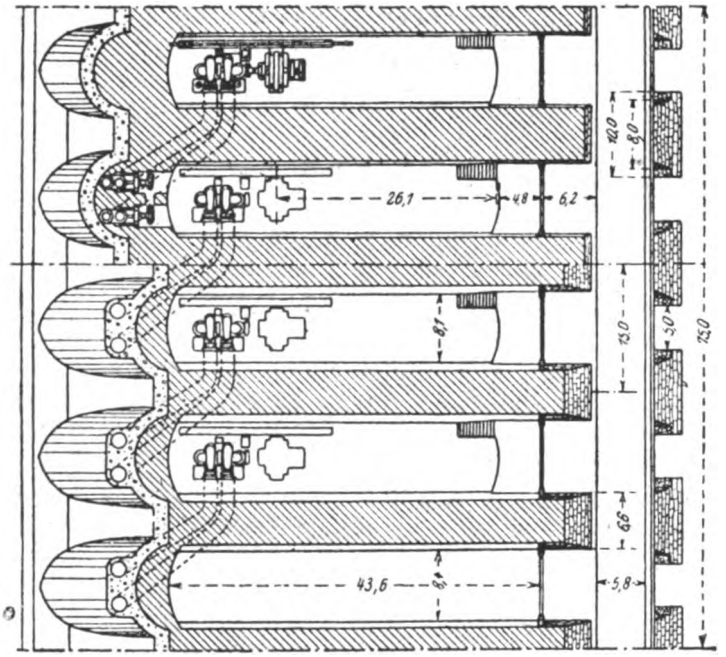


Abbildung 1.
Kraftwerk der Tirso-Talsperre, Grundriß.

ausnützbare Wassermenge nach den von Ingenieur Omodeo gesammelten Angaben ungefähr 20 cbm/sek beträgt, mittels welcher über 20 000 Hektar bewässert werden können. Der See wird ein größtes Fassungsvermögen von 416 000 000 Kubikmeter besitzen und sein Wasserspiegel wird eine Fläche von 22 qkm enthalten. Die Ortschaft Zuri wird ganz untergehen und es ist ihr Wiederaufbau an einem anderen Platze vorgesehen. Das im See angesammelte Wasser wird in den Turbinen eine Dauerenergie von 10 000 PS mit 30 000 PS Spitzenleistung erzeugen, mit denen vor allem der Bedarf der Bergwerke gedeckt wird. Diese erhalten damit die Möglichkeit, an Stelle des Rohminerals das Metall auszuführen.

Die mit Gesetz vom 11. Juli 1913 genehmigten Unterstützungsgelder erwiesen sich vor allem wegen der eingetretenen Geldentwertung als völlig ungenügend. Nachdem das Gesetz vom 9. Oktober 1919 über die Ableitungen öffentlicher Gewässer, das auch die staatlichen Unterstützungsgelder für den Bau von Staubecken vorsieht, gekommen war, erhielt die Konzessionsgesellschaft „Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso", die die Arbeiten an der großen Staumauer in Angriff genommen hatte, die Unterstützung des Staates auf der Grundlage des letzteren Gesetzes.

Es werden noch weitere Staumauern in Sardinien erstehen; für einige von ihnen ist die Genehmigung schon erbeten und erteilt, wie für die am Coghinas, am Temo, am Flumendoza. Weitere Unternehmungen werden auf gleichem Gebiet und ebenfalls auf der Insel Sardinien ihre Tätigkeit entfalten. Hoffen wir, daß eine so vielversprechende Entwicklung nicht wieder eine Hemmung erfahren wird, daß die Insel Sardinien schließlich von den Geißeln der Dürre, der Ueberschwemmungen und der Malaria erlöst wird, daß die großen Reichtümer, die sie in ihrem Schoße birgt, endlich ans Licht kommen und daß sich alle diese Wünsche in einer nahen Zukunft erfüllen, denn Sardinien hat schon allzulange vergeblich geharrt und Italien ist kein Land, das sich die Verschwendung erlauben kann, Zeit zu verlieren.

Es sollen in Kürze die Arbeiten selbst und der Stand, in dem sie sich zurzeit befinden, beschrieben werden. Weitere Angaben, vielleicht auch über die elastischen Formänderungen mögen einmal folgen, wenn die Staumauer in Gebrauch genommen sein wird. Die jetzt am Tirsoflusse im Bau befindliche Staumauer für die Herstellung eines großen künstlichen Sees ist vielleicht die erste in Italien nach der Vielfachbogeneinrichtung geplante und die größte in der Welt nach dieser Art erbaute. Es sind zwar in Italien und im Ausland noch höhere entworfen worden, woraus das Vertrauen, das dieser Bauart entgegengebracht wird, hervorgeht, bis heute aber ist die größte die von S. Diegnito, die nur 37 m hoch ist, während die vorliegende zwischen der Krone der Abzugsschleusen und der Sohle der Unterwasserkanäle 61 m Höhe besitzt. Wenn der von Ing. Kambo im Mai 1918 vorgelegte Entwurf, vielleicht infolge seiner Neuheit, einige technische Aussetzungen erfuhr, so fehlten doch als Gegenstück nicht Aeußerungen der Aufmunterung in Tat und Wort, wie die von Ingenieur Ganassini, der, nachdem er von dem Entwurf Kenntnis erhalten hatte, diese Bauart auch für seine wohlgelungene Staumauer am Scoltenna anwendete. Die Größe der Arbeit hat auch im Ausland, vielleicht mehr noch als in Italien, Aufsehen erweckt, besonders in Frankreich und in Nordamerika, von wo aus dringende Anfragen gekommen sind. So ist in den Niederschriften der American Society of Civil Ingineers (Vol. LXXXIV) über diese Staumauer wörtlich niedergelegt: „Eine Beschreibung des Planes und der europäischen Verfahren des Baues von Staumauern solcher Höhe nach der Vielfachbogeneinrichtung wird für die amerikanischen Ingenieure sicherlich von großem Vorteil sein." Solche Worte von Seite einer Gesellschaft, in der Namen wie Wegman, Jorgensen, Eastwood einen Klang haben, von den nordamerikanischen Ingenieuren, von denen welche die größten und kühnsten Staumauern der Welt gebaut haben (am Colorado ist für die Stadt Los Angeles eine 180 m hohe Bogenstaumauer im Bau) gar nicht zu reden, sagen genug.

Die ersten Einrichtungsarbeiten begannen unter Leitung von Ingenieur L. Kambo gegen Ende 1917, also in einer für Italien politisch sehr ernsten Zeit; die Schwierigkeiten der Verhältnisse des Augenblicks, gegen die anzukämpfen war, waren sehr bedeutend: der örtliche Arbeiterstand war sehr knapp und durch Lebensalter und Krankheiten geschwächt, denn Sardinien war vielleicht unter allen Landstrichen Italiens derjenige, der die meisten Soldaten lieferte, die Eisenbahnbeförderungsverhältnisse der Insel waren sehr mangelhaft auf Grund der Tatsache, daß mehr als die Hälfte der altersschwachen Maschinen der sardischen Staatsbahnen außer Dienst gestellt wurden, da die am Ort gewonnene Braunkohle in ungeeigneten Feuerbüchsen gebrannt wurde. Die Beförderungen auf dem Meere waren infolge der Beunruhigungen durch die Unterseeboote unregelmäßig und unsicher, und so kam es, daß Teile der gleichen Maschine teils in Cagliari und teils im Golf Aranci in großem Zeitzwischenraum entladen wurden. Der Ersatz von Kohle, Benzin, Sprengstoffen begegnete großen Erschwernissen. Das verfügbare technische Personal war zwar tüchtig, aber knapp. Zu diesen zufälligen Schwierigkeiten kamen die dauernden der Oertlichkeit, in welcher der Arbeitsplatz einzurichten war, fern von den bewohnten Mittelpunkten, von den Eisenbahnen und Straßen, entblößt von Trinkwasserstellen; über allen diesen Schwierigkeiten aber stand und steht heute noch der große Feind, gegen

Digitized by Google

den anzukämpfen die ganze Arbeit mitbestimmt ist, die Malaria. Die Ebene, die die Talenge beherrscht, an der sich der Arbeitsplatz erheben sollte, hat den sehr bezeichnenden Namen „Pranu de sa Morti", Ebene des Todes, und zwar vor allem durch das Vorhandensein von Weihern, deren völlige Austrocknung die allererste Sorge der Oberleitung war. Trotz der ungeheuren, freigebig verteilten Chininmengen und trotz sonstiger Vorsichtsmaßnahmen erntete und erntet die Malaria noch unmittelbar und mittelbar ihre Opfer, unter denen das schmerzlichste der wackere Ingenieur Andrea Pertoldeo war. Die ersten Arbeiten außer der Austrocknung der Weiher waren Straßenbauten und Behausungen für die Arbeiter. Es kamen 400 österreichische Gefangene, eine Mannschaft geringer Leistungsfähigkeit, nicht weil es Oesterreicher, sondern weil es Gefangene waren, und man konnte sich an die Freilegung des Felsgrundes machen; man baute die Wärmezentrale für die Arbeiten, einen Zementspeicher für 800 Tonnen, verschiedene Wegverbindungen innerhalb des Arbeitsplatzes, Hängebahnen, Bremsberge; verschiedene Maschinen wurden zusammengestellt und aufgebaut. Nach Beendigung des Krieges und Rückkehr der Soldaten beschleunigten sich die Arbeiten, die wichtigsten Einrichtungen wurden schnell beendet und es begann der Bau der Staumauer, der heute noch fortdauert, mit immer wachsender Schnelligkeit unter Leitung von Ingenieur Felice Costamagna, der seit April 1919, nachdem Ingenieur L. Kambo zur Inspektion der Arbeiten einberufen worden war, in der Leitung folgte.

Wir werden hier dem im Bericht von L. Kambo wiedergegebenen eingehenden Verzeichnisse aller maschinellen Einrichtungen für Erzeugung der Energie und Triebkraft, für Lastförderung, Luftdruck, Hämmer und Pressen, Baumaschinen, Pumpen, Handwerkerwerkstätten, dann für die Versorgung des Personals usw. nicht folgen. Es sind Wohngelegenheiten für etwa 1300 Arbeiter mit 1000 Betten geschaffen. Der überbaute Raum der Gebäude, einschließlich Magazine und Silos begreift 35 000 cbm in sich. Die überbaute Dachfläche ist 2000 qm groß. 4500 cbm Trockenmauern sind für Unterbauten von Straßen, Bremsbergen, Plätzen hergestellt worden. 23 km Straßen sind neu erbaut worden, 8 km Rollbahnen. Eine 80 cm Schmalspurbahn mit Dampflokomotivbetrieb ist zwischen Abbasanta und dem Werkplatz angelegt worden. 1000 m Entwässerungsleitungen, 3000 m Wasserleitungen, Wasserbehälter von 250 cbm Fassungsraum sind erstanden. Für die Werkplätze mußten 35 000 cbm Erdmassen bewegt werden. Im Zusammenhange mit dem neuzeitlich eingerichteten Krankenhaus, das 20 Betten besitzt, ist eine Kapelle erbaut worden, dann ein Kaufladen für Lebensmittel und Bedarfsgegenstände und eine Gastwirtschaft für Durchreisende. Bei einem so wichtigen Arbeitsunternehmen durfte auch eine Zementprüfungsanstalt nicht fehlen. Sie ist ausgestattet mit einer hydraulischen Druckpresse bis zu 32 Tonnen Druck, einem Hammer zur Herstellung der Proben, einer Zugvorrichtung, einer Tetmajervorrichtung zur Erprobung der Durchlässigkeit bis zu 5 Atmosphären. Es mögen hier einige Ergebnisse von Mörtelproben wiedergegeben werden.

I. Sand vom Tirso bei 5 mm Maschensieb und 300 kg Zement auf den cbm:

	Druck	Zug
nach 28 Tagen	110 kg auf den qcm	15 kg auf den qcm
nach 180 Tagen	190 kg auf den qcm	30 kg auf den qcm

II. Halb Tirsosand und halb Basaltstaub und 300 kg Zement auf den cbm:

nach 28 Tagen	135 kg auf den qcm	15 kg auf den qcm
nach 180 Tagen	280 kg auf den qcm	35 kg auf den qcm

III. Tirsosand und 600 kg Zement auf den cbm:

nach 28 Tagen	350 kg auf den qcm	35 kg auf den qcm
nach 180 Tagen	495 kg auf den qcm	50 kg auf den qcm.

Nachdem die Proben den günstigen Einfluß des Basaltstaubes auf den Druckwiderstand ergeben hatten, wurde eine große Anlage mit Brechern, Sieben und Walzwerken zur Herstellung von 50 cbm Basaltstaub in 10 Stunden errichtet. Erwähnt soll noch werden eine meteorologische Einrichtung mit allem Zubehör und eine photographische Anstalt.

Die Staumauer ist gebildet aus 17 Oeffnungen zu 15 m Breite zwischen den Achsen der Strebepfeiler und Pfeiler. Es ergibt dies eine Gesamtlänge zwischen den Achsen der ersten und letzten Oeffnung von 225 m. Die Strebepfeiler sind aufwärts 0,651:1 und abwärts 0,349:1 geneigt und ihre Länge wechselt daher von 5,0 m (theoretisch) auf der Höhe 110,0 bis auf 66 m auf der Höhe 49,00 (Sohle der Auslaßkanäle). In Wirklichkeit überragt die Straßenfläche (112,0 m Höhe) um 2 m die Höhe der Strebepfeiler, deren Breite 7,3 m auf Höhe 112,0 ist. Die Straße ist von Gewölbebögen von 12,5 m Durchmesser getragen, die eine günstige schöne Wirkung geben; eine kräftige Brüstung schützt gegen aufwärts die Straße vor Bespritzung durch Wasser, während die talseitige

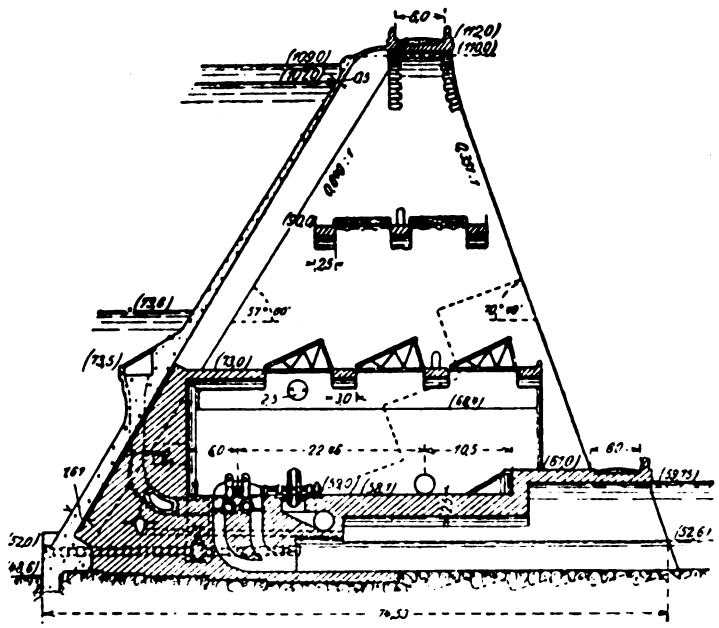


Abbildung 2.
Staumauer der Tirso-Talsperre, Querschnitt.

Brüstung durchbrochen ist, um dem Regenwasser und dem Spritzwasser der Wogen einen Ablauf zu geben. Die Hausteine der äußersten Gewölbe sowie die Krönung der Brüstungen werden in Granit von Busachi hergestellt werden, der in seinem hellen, graublauen Ton sich von dem Trachyt, aus dem die Strebepfeiler bestehen, abhebt. Diese verbreitern sich von oben nach unten nach und nach mit steigender Neigung nach einem parabolischen Gesetz derart, daß sie an der Grundlage auf Höhe 52,0 m die Stärke von 7 m erreichen. Unter der Höhe 52 ist die Stärke mit 10 m gleichmäßig. Auf der Höhe 61 m ü. M. (Fußboden der Zentrale) läuft eine breite Straße, die durch Bogen getragen ist, die sich auf talseitige Verlängerungen der Strebepfeiler stützen. Die Achse der Turbine ist auf Höhe 59, während die regelmäßige talseitige Wasserhöhe sich auf Höhe 52,6 m befindet. Die Turbinen haben also eine Saughöhe von 6,4 m. Das größte Hochwasser ist auf Höhe 59,75 vorgesehen, also niedriger als die Straße, aber höher als der untere Fußboden der Zentrale (58,1 m), weshalb das Abspülwasser und das Wasser, welches durch die Wände schwitzt, in Hochwasserzeiten mechanisch entfernt werden muß. Die Strebepfeiler sind unter einander außer durch die schon erwähnten Gewölbe und die geneigten Gewölbe, die das eigentliche Wehr bilden, abgespreizt durch zwei Reihen Gewölbebrücken, wovon drei von 2,5 m Breite auf Höhe 90,0 und vier von 3 m Breite auf Höhe 70,0 liegend. Entsprechend diesen Brücken haben die Strebepfeiler Oeffnungen (eine in jeder Schichte)

Digitized by Google

und hervorspringende Kragsteine, die einen Laufsteg tragen, so daß die Wände der Strebepfeiler vollständig untersuchbar sind. Die Brücken der unteren Schichte bilden die Unterlage der Sheds der Zentrale. Die Wände dieser sind lotrecht bis auf die Höhe 68,4 m, so daß in dem zwischen der lotrechten Wand und der Verjüngung des Strebepfeilers gelassenen Vorsprung Platz ist für die Gleise, die den Laufkran tragen. Die geneigten Gewölbe sind aus bewehrtem Beton und sind durchkreuzt von 8 Zuführerröhren der Turbinen (zwei für jedes Gewölbe). Die zwei Röhren ein und desselben Gewölbes nehmen ihren Anfang in einem durch ein geneigtes Gitter abgedeckten Behälter, die Röhren selbst bestehen aus gut verstärktem, bewehrtem Beton. Bei ihrer Berechnung ist auf den Widerstand der Röhre gegen Ausbauchung, der durch das umgebende Mauerwerk geboten ist, keine Rücksicht genommen, während anderseits angenommen ist, daß eine dünne Wasserschichte sich unter Druck zwischen dem Mauerwerk und der Röhre eindrängt und daß in letzterer ein barometrisches Vakuum herrscht, außer den dazukommenden Wirkungen des Biegungsdruckes. Der Widerstand der Röhren ist schon erprobt worden; sie werden mit Blechen zur Sicherung der Undurchdringlichkeit verkleidet sein; zwischen dem Blech und dem äußeren Umfang des Eisenbetonrohres wird Zement unter Druck eingespritzt. Der Verschluß der Röhren ist dreifach und zwar gebildet aus einem einfachen Zapfen in der Gitterkammer, einem wagrechten Schieber und dem Verteiler der Turbinen.

Die Turbinen sind, ebenso wie die Röhren, doppelt und daher gliedert sich jede Röhre so an eine Turbine an, daß man, wenn man wenig Wasser verbrauchen will, eine der Röhren und den entsprechenden Verteiler der Turbine ganz schließen kann, so daß man die Wassermenge auf die Hälfte einschränkt, ohne die Geschwindigkeit des Größteffektes ganz zu verändern. Wenn man das geneigte Gewölbe einmal durch die Röhren durchkreuzen läßt, so ist seine Verschwächung, der übrigens die Einlagen um das Loch Rechnung tragen, bei zwei Röhren gleicher Leistung kleiner als bei einer von doppelt so großem Querschnitt. Dies trifft auch für die Durchkreuzung des Strebepfeilers zu.

Die Ablaßröhren der Turbinen sind in der Mauermasse, die die Sohle der Oeffnung ausfüllt, ausgespart, sie sind in deren Achse angebracht und münden wagrecht in den 5 m breiten Unterwasserkanal aus. Die zwei Grundablässe bestehen aus 0,95 m im Durchmesser weiten Eisenröhren, die seitlich in die Turbinenablässe einmünden, sie sind auf das Mittel der Oeffnung zu unterst an der Staumauer gerichtet. Es ist das so gemacht worden, damit das mit großer Geschwindigkeit austretende Wasser nicht aufstößt und nicht an den Wänden des Strebepfeilers nagt. Der Stichpfeil der geneigten Gewölbe ist ein Drittel der Sehne, ihre Stärke wechselt zwischen 0,5 m im Scheitel und 1,64 m an der Basis. Die Gewölbe gehen von einem geneigten Anlauf aus, dessen Fuß etwa 2 m in den Felsen eindringt; das Schwitzwasser wird in einem kleinen Gang an der Talwand zusammengeführt, um den Unterdruck auszuschalten. Die von einem Strebepfeiler aufgehenden beiden Gewölbezweige sind in einer Platte verbunden von gleicher Dicke und gleichen Einlagen wie das Gewölbe. Die Platte ist mit Eisenstangen im Strebepfeiler verankert. Die Verkleidung oberhalb des Strebepfeilers ist stufenweise ausgeführt, um einer auch noch so geringen Verschiebung zwischen Gewölbe und Strebepfeiler vorzubeugen. In den von der Zentrale eingenommenen Oeffnungen sind die Gewölbe oben durch flache Kuppeln geschlossen, die sich den obersten Traggewölben der Straße anschließen.

Die Strebepfeiler oder Pfeiler sind in Stein, der an den Sichtflächen bearbeitet, nach innen nur halbgearbeitet ist, gebaut. In der Gegend der hohen Drücke sind die Schichten geneigt und senkrecht zur talseitigen Verkleidung, um einer Verschiebungsneigung entgegenzuwirken; der angewandte Mörtel ist Zementmörtel. Die Sichtflächen sind mit der Innenmasse derart verbunden, daß die Steine nach Binder- und Läuferart gesetzt sind, um der Neigung zur Ausbauschung vorzubeugen. Dieser Neigung arbeiten außer dem Widerstand des Mörtels gegen Zug auch die Eisenschlaudern entgegen, die die entgegengesetzten Seiten des Strebepfeilers verbinden. Diese Schlaudern sind eine auf je 3 qm angebracht; sie enden beiderseits in Bügeln, die auch vorzüglich dazu dienen, um die Kragträger zu unterstützen, die eine bewegliche, die ganze Arbeitsfläche des Strebepfeilers umgebende Laufbrücke tragen. In den Strebepfeilern ist die höchste Grenzspannung zu 13,5 kg/qcm berechnet, während der Mörtel nach 180tägiger Erhärtung einer Belastung von 190 bis 280 kg/qcm widersteht. Dabei ist zu bemerken, daß der Mörtel bei geringer Dicke nach allen Richtungen gepreßt, wie dies im Innern der Strebepfeiler der Fall ist, in viel vorteilhafteren Bedingungen sich befindet als die nur zweiseitig gepreßten Proben. Der beim Bau angewendete Stein leistet über 800 kg/qcm Widerstand und den gleichen Widerstand leistet der Felsen im Fundament.

Die geneigten Gewölbe sind im Unterwasserteil aufwärts mit Asphalt verkleidet und im übrigen mit Zementstrich und undurchdringlichem Deckanstrich gedichtet. Außerdem steigen die Gewölbe unterhalb der Höhe 73 über einer bedeutenden Mauermasse auf, die ihnen gleichsam als dauernder, in der Leibung mit Zement verputzter Lehrbogen dient. Entwässerungen, mit der Mündung nach oben, sind so eingerichtet, daß das durch die Gewölbe dringende Schwitzwasser einen Gegendruck derart bildet, daß der unter Höhe 73,0 wirksame Druck gleich bleibt und daß daher die Filterung eingeschränkt wird. Diesem Gegendruck ist bei der Berechnung der Stärke und der Einlagen der geneigten Gewölbe ebensowenig Rechnung getragen wie dem Widerstand des Füllmauerwerks. Die Berechnung ist vielmehr so erfolgt, als ob diese allein dem ganzen Wasserdruck zu widerstehen hätten.

Die Mauermasse, die die Sohle der Oeffnungen ausfüllt, hat auch den Zweck, die Erschütterungen durch die in die Oeffnungen eingebauten Maschinen abzuschwächen und in den Strebepfeilern die unvermeidlichen Verschwächungen für die Zuführerröhren zu den Turbinen und für die Kabel auszugleichen. Ein Entwässerungsgang, der auf einer Höhe über der regelmäßigen Wasserhöhe talseitig ausläuft, hat von der bergseitigen Verkleidung einen gewissen Abstand. Von diesem Gang gehen stumpf endigende Oeffnungen aus, um die Filterfläche zu erhöhen. Diese Oeffnungen sind mit Ziffern bezeichnet, um die Gegend möglicher Wasserfilterungen leicht bezeichnen zu können. In diesen Entwässerungsgang, der zugleich Aufsichtszwecken dient, gelangt man mittels Treppen, deren Zugang weit über dem höchsten Hochwasser liegt, obwohl, wie es ja klar ist, der Gang während des Hochwassers voll Wasser steht.

In der Zentrale (Abb. 2) befinden sich folgende maschinelle Einrichtungen: zwei Doppelturbinen mit wagrechten Achsen zu je 6000 PS, und zwei desgl. zu je 9000 PS, eine Hilfsturbine zu 60 PS mit Dynamo für den inneren Dienst der Zentrale, 4 Dreiphasenwechselstrommaschinen mit den Turbinen gekuppelt. Diese Maschinen nehmen die vier Zentralöffnungen der Staumauer ein, deren Fußboden sich auf Höhe 58,1 befindet. Wie schon erwähnt, haben die Maschinen einer Oeffnung doppelten Röhrenzulauf. Ihre Entnahmestelle durchdringt das geneigte Gewölbe der rechts anschließenden Oeffnung. Der Schnitt längs der Achse einer Oeffnung schneidet daher die Entnahmeröhren in zwei Eirunden, deren eines in der Abbildung 1 zu sehen ist. Es ist das so gemacht worden, um größere Bogenhalbmesser als diejenigen, die bei Verlegung der Entnahmestelle in die gleiche Oeffnung erreichbar gewesen wären, zu erzielen. Die vier Oeffnungen sind unter einander durch vier bequeme, kreisförmige Durchgänge verbunden, sie dienen vier Laufbrücken, die zusammen durch einen Kranenwagen bedient werden, der durch eine im Strebepfeiler gelassene Oeffnung läuft. Sinnreiche Einrichtungen verhindern falsche Handgriffe. Der Wagen des Laufkrans war so zu entwerfen, daß sein Querschnitt einem Kreis von 2,5 m Durchmesser eingeschrieben ist, also genau dem Oeffnungsdurchmesser. Einer dieser Laufkrane diente schon dazu, eine der Turbinen aufzustellen. In Tätigkeit gesetzt sind auch schon die zwei Grundablässe mit

Digitized by Google

Schiebern und die 8 Zuführerröhren zu den Turbinen mit den wagrechten Schiebern. Die Oeffnungen der Zentrale sind nach oben, wie schon gesagt, mit Sheds in Eisenbeton abgeschlossen und nach vorne mit einem Riesenfensterwerk von 8 m Breite und 11 m Höhe mit Rahmenwerk in bewehrtem Beton und Holz. Da die auf 43 m fortlaufende Gesamtfensterfläche förmlich sich dem Schiff einer großen Kathedrale angleicht, so ist das Innere der Oeffnung bei Südlage der talseitigen Staumauerverkleidung genügend hell und wird dies noch mehr sein, wenn sie in weißer Majolika und hellem Stuck verblendet sein wird. Die Oeffnung, rechts an die von den Turbinen eingenommenen Oeffnungen anschließend, ist in sieben Stockwerke abgeteilt, die durch einen Aufzug von 40 laufenden Metern Höhe bedient werden. Sie wird aufnehmen: die Umformer, die die Spannung von 5000 auf 75 000 V übertragen, die Schalttafeln und die Ausgangsleitungen zur Verteilung der Energie auf ganz Sardinien. So ist die Stauanlage ohne fühlbaren Zwang als Zentralengebäude wirtschaftlich ausgenützt.

Auf der linken Seite, auf zwei verschiedenen Höhen, befinden sich die Hochwasserablässe; Tiefablässe in einer Galerie und Oberflächenablässe. Die letzteren sind, abweichend vom Plan, aus zwei selbsttätigen Oeffnungen von Walzenquerschitt in bewehrtem Beton gebildet, von den Stauwerken in Zürich geliefert, bei einem Gesamtdurchgangsvermögen von 800 cbm/sek. Sinnreiche, von den Stauwerken erdachte Einrichtungen entsprechen dem Wunsche des Ing. Kambo, die Höhe, um welche die Oeffnungen selbsttätig funktionieren, festzulegen, wie auch, sie von Hand zu öffnen, so daß man, wenn ein starkes Hochwasser vorauszusehen ist, die Seehöhe senken kann, bevor das Hochwasser einsetzt. Die zwei Ablaßgalerien werden durch vier Tore geschlossen werden, die unter einer Belastung von 37 m wirksam werden. Das Gesamtfassungsvermögen der Tiefablässe beträgt 800 cbm/sek. Diese Tore haben doppelten Zweck: 1. den Hochwasserablauf in Verbindung mit den zwei oberen Sektoröffnungen zu erhöhen, so daß der Gesamtablauf 1600 cbm/sek wird und nach Hinzufügung der Grundabläse der Turbinen sich etwa 2000 cbm/sek oder 1 cbm/sek Ablauf auf den Quadratkilometer des Regengebietes ergeben. Man wird also annehmen können, daß ein Austreten über die Gewölbe nie eintreten wird; 2. die bergseitige Wasserhöhe auf einer Höhe zwischen der Sohle der Oeffnungen selbst (73,00 m) und der Bekrönung zu erhalten.

Die Inbetriebnahme einer Staumauer solcher Höhe mit einem Becken von 416 Millionen cbm und mit Ortschaften, Städten und Ländereien unterhalb ist ein Ereignis, dem mit gespannter Erwartung entgegengesehen wird. Bei einer Brücke, einem Bauwerk viel geringerer Verantwortlichkeit, geschieht die Erprobung mehrfach, bei der Gewölbeausrüstung, dann die statische und die dynamische Probe; bei einer nicht mit solchen Toren versehenen Staumauer dagegen würde die Erprobung stattfinden, ohne daß irgend etwas zum Beispiel für den Fall geschehen könnte, daß irgend ein Wasserverlust oder eine Senkung, wenn auch anfänglich nur von geringer Bedeutung, eintreten würde; die Füllung würde unwiderruflich bis zur Sohle der Oberflächenablässe eintreten. Bei Anwendung von Tiefablässen dagegen ist man imstande, soferne es sich nicht um ein ganz außerordentliches Hochwasser handelt, die Füllung auf einer beliebigen Höhe anzuhalten. Ein dritter Vorteil der Tiefablässe ist in unserem Falle folgender: man kann im Laufe der Jahre die Staumauer, die Pfeiler und Gewölbe ergänzen, ohne alle Turbinen, deren Entnahme auf Höhe 73,50 stattfindet, in Betrieb zu setzen und daher mit dem Bau bei, wenn auch nur mit Teilbelastung, arbeitender Zentrale fortschreiten. Natürlich wird es nötig sein, im Bau so vorwärts zu gehen, daß in zwei oder drei Oeffnungen der Scheitel der Gewölbe um einige Meter tiefer liegt als in denen der Zentrale, um den Hochwassern Abzug zu geben.

Der Fluß hat dem Bau keine großen Schwierigkeiten gemacht, da die Hochwasser immer ziemlich mäßig waren. Dagegen sind in den Gründungen große Erschwernisse aufgetreten, da im Talgrunde unter einer Schichte härtesten Felsens sich zuerst eine dünne Tonschichte und dann ein Keil mürben, unter Wasser sehr löslichen Tuffs fand. Man hätte untermauern können, man hat aber, ohne die bedeutenden Kosten zu scheuen, vorgezogen, auf die ganze Breite der Pfeilergründung auf 12 m Tiefe durchzuschneiden, den Tuff wegzunehmen und ihn ganz mit bestem Mauerwerk zu ersetzen. Da sich die Tuffbank auch unter den rechtsseitigen Trachyt erstreckt, so ist auch dieser in einem mehrere Meter tiefen Zug weggenommen worden, besonders entsprechend der bergseitigen Verblendung unter Ersatz durch Mauerwerk. Weiter oben, entsprechend den ersten rechtsseitigen Pfeilern, ist eine genügend gedrungene, feste Tuffbank vorhanden, die auf Trachytgrund ruht und rechts und links von zwei Wänden aus reinem Trachyt zusammengehalten wird; auf dieser Bank sind die drei ersten Pfeiler aufgebaut unter einiger Verbreiterung der Gründung. Das gleiche ist auf der linken Seite geschehen. Gleichlaufend mit den Arbeiten an der Staumauer gehen die an der neuen Brücke von Tadasuni vor sich, die die künftig unter Wasser liegende Fachwerkbrücke der Provinzialstraße Abbasanta—Sorgono ersetzen soll. Die Brücke besteht aus geradlinigen kontinuierlichen Trägern aus bewehrtem Beton auf Jochen aus bewehrtem Beton, von denen einige 50 m hoch sind. Nach aller Voraussicht wird im laufenden Jahre die Zentrale in Betrieb gesetzt werden mit Wasserstand Höhe 80.

Wenn eine so außerordentliche Arbeit, die den Ingenieuren Italiens zur Ehre gereicht, in einer verhältnismäßig kurzen Zeit trotz solcher Schwierigkeiten zu Ende geführt werden kann, so ist das außer den vernünftigen Anordnungen der Staatsverwaltungen und der Ausdauer der Konzessionsfirma Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso zuzuschreiben der Hingebung und Aufopferung des technischen Personals und der fleißigen Arbeit von Tausenden von sardischen und sonstigen italienischen Arbeitern, die das trockene Felsgestein am Tirso nicht nur mit ihrem Schweiß, sondern zuweilen auch mit ihrem Blut genetzt haben, wohlbewußt dessen, was die von ihnen ausgeführte Arbeit für Sardinien bedeutet. Dr. S.

Elektrische Beeinflussung*)

Von Rechtsanwalt Dr. L. Kurzmann-München.

I.

Unter der Fülle der von der Reichsregierung auf Grund des letzten Ermächtigungsgesetzes vom 8. Dezember 1923 erlassenen Verordnungen ist kurz vor Ablauf der Ermächtigungszeit, nämlich am 13. Februar 1924, eine zunächst im Reichsanzeiger vom 14. Februar, dann auch im Reichsgesetzblatt vom 20. Februar 1924 veröffentlichte Verordnung erschienen, welche sich mit Rechtsverhältnissen des Telegraphenwesens befaßt.

Die Verordnung bringt verschiedene Aenderungen des Telegraphenwegegesetzes vom 18. Dezember 1899 und eine Aenderung des Telegraphengesetzes vom 6. April 1892. Sie ändert den geltenden Rechtszustand hauptsächlich in der Richtung, daß nicht nur — was bisher Rechtens war — die Herstellung von Schutzvorkehrungen zu Gunsten bestehender Wegeeinrichtungen, Kanalisations-, Wasser-, Gasleitungen, Schienenbahnen, elektrischer Anlagen u. dgl. von der Telegraphenverwaltung auf ihre Kosten vorzunehmen ist, sondern daß künftig auch die Instand-

*) Wenn auch dieses Thema zunächst unserem Gebiet fernliegend erscheint, glauben wir den Ausführungen doch Raum geben zu sollen mit Rücksicht auf den Zusammenhang zwischen Wasserkraft- und elektrischen Anlagen, der fast überall besteht und den Wasserkraftnutzer auch auf solche Rechtsfragen bringen kann. D. Schriftltg.

Digitized by Google

haltung dieser Schutzvorkehrungen der Telegraphenverwaltung obliegt.

Die Verordnung ergänzt dann weiter die Vorschriften, die sich auf das Rechtsverhältnis zwischen solchen Anlagen, die später hergestellt werden als die Telegraphenlinien, und der Telegraphenverwaltung beziehen.

Die Verordnung befaßt sich sonach mit einem Rechtsgebiet, das in der heutigen Zeit des raschen Ausbaues der Landeselektrizitätsversorgung für den Elektro-Ingenieur von aktueller und besonderer Bedeutung ist.

Einige einschlägige Fragen sollen hier kurz erläutert werden, wobei nicht nur die speziellen Vorschriften der Telegraphen-Gesetze, sondern auch die allgemeinen Rechtsnormen verwendet werden, soweit sie einschlägig sind.

II.

Herstellung und Instandhaltung von Anlagen und Schutzvorkehrungen bei sich beeinflussenden Telegraphenlinien und elektrischen Anlagen.

Hier ist zu unterscheiden:

Besteht die elektrische Anlage vor der Telegraphenlinie, so ist die Telegraphenlinie so auszuführen und instandzuhalten, daß sie die bestehende Anlage nicht störend beeinflußt. Die erforderlichen Schutzvorkehrungen sind auf Kosten der Telegraphenverwaltung herzustellen und instandzuhalten.

Besteht dagegen die Telegraphenlinie vor der elektrischen Anlage, so gilt nach dem durch die V.O. neu eingefügten § 6a des Tel. Wege-Ges. Folgendes:

Die spätere elektrische Anlage ist „nach Möglichkeit" so auszuführen und instandzuhalten, daß sie die vorhandene Telegraphenlinie nicht störend beeinflußt. Die aus der Herstellung und Instandhaltung erforderlicher Schutzvorkehrungen erwachsenden Kosten hat die spätere elektrische Anlage zu tragen.

Die Verlegung oder Veränderung einer Telegraphenlinie kann nur gegen Entschädigung und nur dann verlangt werden, wenn sonst die Herstellung der elektrischen Anlage, die aus Gründen des öffentlichen Interesses (insbesondere aus volkswirtschaftlichen oder Verkehrsrücksichten) ausgeführt werden soll, unterbleiben müßte oder wesentlich erschwert werden würde und wenn die Verlegung oder Veränderung der Telegraphenlinie mit ihrer Zweckbestimmung und ihrem Betrieb vereinbar ist. Verlegung der Telegraphenlinie auf ein anderes Grundstück kann auf Grund des vorstehenden Satzes nur verlangt werden, wenn dieses Grundstück ein Verkehrsweg im Sinne des Telegraphenwegegesetzes ist.

Werden Verkabelungen von Telegraphenlinien, sowie Verlegungen oder Veränderungen unterirdisch verlaufender Telegraphenlinien verlangt, so entscheidet die Telegraphenverwaltung endgültig darüber, ob sie mit der Zweckbestimmung und dem Betriebe der Telegraphenlinie vereinbar sind.

Das Gleiche, was hier von der späteren Herstellung elektrischer Anlagen gesagt ist, gilt auch für spätere Aenderungen bestehender elektrischer Anlagen. Auch der durch die V.O. neugefaßte § 12 des Gesetzes über das Telegraphenwesen bestimmt gleicher Weise, daß elektrische Anlagen auf Kosten Desjenigen, der die spätere Anlage herstellt oder die bestehende Anlage ändert, so herzustellen und instandzuhalten sind, daß eine störende Beeinflussung vermieden wird.

Schließlich wird in einer neuen Vorschrift der V.O. (Art. III) bestimmt, daß künftig für alle besonderen, also auch für elektrische Anlagen, die bereits auf einem Verkehrsweg vorhanden sind, von nun an in bezug auf die Rechtsstellung zur Telegraphenverwaltung die Vorschriften des Telegr.-Wegegesetzes in der jetzt gültigen Fassung maßgebend sind.

Zusammengefaßt kann als der für elektrische Anlagen wichtige Inhalt der erwähnten Vorschriften festgestellt werden:

Gegenseitige Störung der Telegraphenlinien und von elektrischen Anlagen ist zu vermeiden.

Aenderungen bestehender Anlagen bei Neuausführung von Anlagen mit Störungsmöglichkeit gehen auf Kosten der zeitlich später errichteten Anlage, ebenso geht die Ausführung und Unterhaltung der erforderlichen Schutzvorkehrungen zu Lasten der später errichteten Anlage.

Anmerkungsweise wird angefügt, daß nach § 1 des Tel.-Wege-Ges. unter Telegraphenlinien auch Fernsprechlinien mitbegriffen sind.

III.

Elektrische Beeinflussung außerhalb des in den Telegraphengesetzen geregelten Rechtsgebietes.

Außerhalb des speziellen Gebietes der gegenseitigen Beeinflussung von Telegraphenlinien und elektrischen Anlagen ergibt die Praxis des elektrischen Linienbaues selbstverständlich viele andere rechtlich interessante Fälle der elektrischer Beeinflussung von Einrichtungen.

Man braucht nur daran zu denken, daß die elektrischen Hochspannungsleitungen mit „Erdung" versehen sind und daß auch andere elektrische Einrichtungen, z. B. elektrische Stellwerks- und Signalanlagen mit Erdung arbeiten oder daran, daß eine Hochspannungsleitung in der Nähe eines Werkes oder Laboratoriums vorbeiführt, das mit empfindlichen magnetischen Apparaten arbeitet und dergl.

Wie ist in solchen Fällen, die durch die Telegraphengesetze natürlich nicht geregelt sind, die Rechtslage?

Hier gelten die Vorschriften des allgemeinen Rechtes, die sich auf die Abgrenzung der Rechte der Eigentümer von Grundstücken oder Inhaber von Betrieben gegenüber äußeren Einwirkungen beziehen, also insbesondere die sog. nachbarrechtlichen Vorschriften des BGB. (§§ 903 ff.) und dessen Vorschriften über Schutz gegen Besitzstörungen (§§ 858 ff.).

Die Anwendung der Grundsätze des Nachbar- und Besitzstörungsrechts auf die gestellte Frage ergibt in Kürze folgendes Bild:

Der Eigentümer einer Sache hat grundsätzlich das Recht, mit der Sache nach Belieben zu verfahren und andere von jeder Einwirkung auszuschließen. Der Grundstückseigentümer aber, dessen Recht sich an und für sich auf den Raum über der Oberfläche und den Erdkörper unter der Oberfläche erstreckt, kann Einwirkungen nicht verbieten, die in solcher Höhe und Tiefe vorgenommen werden, daß er an der Ausschließung kein Interesse hat. Der Grundstückseigentümer kann ferner die Zuführung von Gasen, Dämpfen, Gerüchen, Rauch, Ruß, Wärme, Geräusch, Erschütterungen und ähnlichen von einem anderen Grundstück ausgehenden Einwirkungen (unter welch letztere Generalklausel die elektrische Beeinflussung zu rechnen ist) insoweit nicht verbieten, als nur eine unwesentliche Beeinträchtigung vorliegt oder nach der Lage seines Grundstücks (Fabrikviertel!) die Einwirkung als etwas Selbstverständliches erscheint.

Der Grundstückseigentümer kann aber verlangen und mit Klage durchsetzen, daß auf den Nachbargrundstücken nicht Anlagen hergestellt oder gehalten werden, von denen mit Sicherheit vorauszusehen ist, daß ihr Bestand oder ihre Benutzung eine unzulässige Einwirkung auf sein Grundstück zur Folge hat. Wenn bei der Nachbaranlage landesrechtliche Grenzabstands- oder Schutzvorschriften eingehalten werden, so kann der Grundstückseigentümer die Herstellung der Anlage zwar nicht verhindern, er kann aber dann, wenn die Anlage trotz Einhaltung der landesrechtlichen Vorschriften eine störende Wirkung äußert, nachträglich ihre Beseitigung verlangen.

Eine Einschränkung dieses Anspruchs auf Beseitigung von störenden Anlagen bringt die Reichsgewerbeordnung, welche in § 26 vorschreibt, daß gegenüber einer mit obrigkeitlicher Genehmigung errichteten „gewerblichen" Anlage niemals auf Einstellung des Gewerbebetriebes, sondern nur auf Herstellung von Einrichtungen zur Ausschließung der Einwirkung oder — wo die Herstellung solcher Einrichtungen nicht möglich ist — auf Schadloshaltung geklagt werden kann.

Aus diesen Gesetzesbestimmungen also ergibt sich die

Digitized by Google

Rechtslage. Zweifelhaft kann dabei noch sein, ob die Rechte des Grundstückseigentümers nur gegenüber dem unmittelbar angrenzenden Nachbarn gelten oder auch gegenüber Einwirkungen, welche von einem nicht direkt benachbarten Grundstück herkommen, was ja bei den elektrischen Erdströmen häufig der Fall sein wird. Die überwiegende Rechtslehre steht auf dem Standpunkt, daß die Nachbarrechte auch geltend gemacht werden können, wenn die in Betracht kommenden Grundstücke nicht unmittelbar an einander angrenzen.

Das praktische Ergebnis bei den oben angeführten Beispielen ist:

Der Eigentümer einer elektrischen Stellwerksanlage, die durch Erdströme einer geplanten oder errichteten Hochspannungsleitung in störender Weise elektrisch beeinflußt wird, der Inhaber eines Laboratoriums, dessen magnetische Präzisionsinstrumente durch eine in der Nachbarschaft geplante oder errichtete elektrische Anlage gestört werden, können, wenn die Hochspannungsleitung zu einer gewerblichen Anlage gehört, die Herstellung von Schutzeinrichtungen oder bei deren Unmöglichkeit Schadloshaltung verlangen. Handelt es sich bei dem Störenfried aber nicht um eine gewerbliche Anlage, so kann Unterlassung der Errichtung, evtl. nach der Errichtung Beseitigung der Anlage gefordert werden.

Zur Frage der Esibe-Regulierung[1])

Von Dipl.-Ing. Fr. Simmerding, ehemaligen Direktor der städtischen Elektrizitätswerke in Brixen, z. Zt. Ingenieurbüro Gebr. Hallinger, München.

Unter den im Turbinenbau und im Ausbau von Wasserkraftanlagen in den letzten Jahren auftauchenden Problemen und Erfindungen haben die Entwicklung der Schnellläufer-Turbinen, darunter insbesondere der Kaplan-Turbine und die Entwicklung des Poebingschen Regulierverfahrens die Aufmerksamkeit der Fachkreise im In- und Ausland auf sich gezogen.

Aufgabe des modern und fortschrittlich arbeitenden Ingenieurs ist es, sich über die Anwendungsmöglichkeiten und über die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen solcher Erfindungen klar zu werden und selbst zur Klarstellung nach eigener Erfahrung und eigenem Wissen beizutragen. Die nachfolgenden Erwägungen beziehen sich auf eine in Nr. 3 der vorliegenden Zeitschrift vom 5. Februar bekanntgewordenen Stellungnahme von Professor Dr. D. Thoma, München, zu der Frage der Esibe-Regulierung.

Von größter Wichtigkeit erscheint dem Unterzeichneten zunächst der Umstand, daß die technische Möglichkeit der Esibe-Regulierung nach Durchführung der amtlichen Prüfung in wissenschaftlicher und praktischer Beziehung nunmehr unbestritten ist. In dieser Beziehung hat sich die Bawag, Bayerische Wasserkraft-A.-G., als Inhaberin der deutschen Generallizenz des neuen Regulierverfahrens durch den Bau des Großmodells und durch den Auftrag der amtlichen Prüfung desselben im Hydraulischen Institut der Technischen Hochschule München ohne Zweifel Verdienste erworben, deren volle Auswirkung allerdings erst nach Jahren weiterer und intensiver Tätigkeit zu erwarten sein wird.

Von größter Wichtigkeit ist naturgemäß die Frage der Wirtschaftlichkeit, der Kostenersparnis und der Steigerung des Gesamtwirkungsgrades einer Esibe-Wasserkraftanlage gegenüber der bisherigen Anlage, sowie die Frage der Betriebssicherheit und der Anwendbarkeit des Esibe-Regulierverfahrens für die einzelnen Anlagen. Hier gilt, wie auf keinem anderen Gebiet der Grundsatz, daß die Wasserkraftanlage kein Schema verträgt. Jede Wasserkraftanlage ist mehr oder weniger eine individuelle Schöpfung der Ingenieurkunst, die sich trotz der Fülle der gemachten Erfahrungen immer und immer wieder vor neue Probleme gestellt sieht. Aus diesem Grunde glaubt der Verfasser aussprechen zu müssen, daß eine generelle Beantwortung der obigen Fragen grundsätzlich nicht ganz richtig erscheint.

Auch die Thomasche Stellungnahme zur Esibe-Regulierung erscheint in dieser Beziehung nicht eindeutig. Denn wenn Thoma die Erhöhung des Wirkungsgrades für Turbinen mit feststehenden Leitschaufeln (sog. Grundbelastungsturbinen) gegenüber Turbinen mit drehbaren Leitschaufeln als wahrscheinlich bezeichnet, so ist schlechterdings nicht einzusehen, weshalb nicht bei einer größeren Anzahl von Grundbelastungsturbinen die Gesamtstromausbeute einer Esibe-Anlage, volle Ausnutzung der Wasserführung vorausgesetzt, höher sein sollte, als die der bisherigen Anlage. Wenn diese Erhöhung des Wirkungsgrades und der Gesamtstromerzeugung, auch absolut genommen, sehr klein sein mag, so spielen noch 2—3 Prozent Wirkungsgradsverbesserung eine ganz wesentliche Rolle für die Rentabilität einer Wasserkraftanlage. Wie viel die prozentuale Erhöhung ausmacht, kann natürlich einzig und allein der Versuch bzw. der praktische Betrieb einer Anlage erweisen.

In dieser Hinsicht ist eine im Heft 7 vom 1. IV. 1924 der „Wasserkraft" enthaltene Veröffentlichung der Mittleren Isar interessant, aus der hervorgeht, daß beim Betrieb dieser Werke eine Ersparnis von 5—10% bzw. eine Jahresmehrleistung der Generatoren in dieser Höhe erzielt werden kann, wenn die Turbinen möglichst voll beaufschlagt laufen. Ministerialrat Krieger urteilt hierüber wie folgt: „Die Turbinen der Mittleren Isar, vor allem die der Großstufen, besitzen jedoch bei einem sehr guten Vollast-Wirkungsgrad eine Teilwirkungsgradkurve. Man muß also darnach trachten, stets möglichst viele Turbinen voll belastet laufen zu lassen. Es kann dies geschehen durch verschiedene Beaufschlagung der einzelnen Kraftwerke und stetigen Wasserdurchfluß durch den Kanal. Ueberschlägige Rechnungen zeigen, daß bei Geschick der Betriebsführung auf diese Weise der Gesamtwirkungsgrad um 5—10% verbessert werden kann."

Der damit in einem gewissen Widerspruch stehenden Meinung Thomas, daß die Gesamtwirkungsgrade der Esibe-Regulierung etwas niedriger seien gegenüber gleichwertiger Beaufschlagung von regulierbaren Maschinen von gleicher Größe, fehlt leider die technische Begründung in zahlenmäßiger oder zeichnerischer Form, sodaß eine Nachkontrolle nicht ohne Weiteres möglich erscheint. Sollte Thoma bei dieser Erwägung von der heute üblichen Bauweise der Francisturbinen ausgegangen sein, bei welchen das Wirkungsgradsmaximum nicht bei voller Beaufschlagung, sondern ungefähr bei $^3/_4$ Beaufschlagung auftritt, so würde diese Folgerung Thomas wenigstens als allgemeine Folgerung irrtümlich sein, da bei der Esibe-Regulierung die Grundbelastungsturbinen das Maximum eines Wirkungsgrades nicht bei $^3/_4$ sondern bei $^1/_1$ Beaufschlagung aufweisen. Das in Fachkreisen ebenfalls bekanntgewordene Gutachten des bekannten Turbinenbaufachmannes Dr. ing. Lawaczeck spricht in jedem Fall von einer Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades durch Anwendung der Esibe-Regulierung, wie auch durch den oben angeführten Fall der mittleren Isar bestätigt wird. Eine Klärung dieser Frage durch Einzelfälle praktischer Projektierung wäre zweifellos für den ausführenden Jngenieur von grösstem Jnteresse.

Was die Frage der wirtschaftlich unschädlichen Energievernichtung anbelangt, die ja für die Anwendung der Esibe-Regulierung in der bisher ausgebildeten und untersuchten Form eine besondere Rolle spielt, so unterscheidet hier Thoma 3 Fälle:

1.) Dauernd Wasser im Ueberschuss vorhanden.
2.) Anlage nicht speicherfähig.
3.) Betriebsmässige Belastungsänderung nicht vorhanden.

[1]) **Wir möchten nochmals anregen, das Wort „Esibe"-Regulierung durch eine Begriffs-Bezeichnung zu ersetzen, etwa „staulose Regulierung", „Umwegregulierung" oder ähnlich. D. Schriftleitung.**

Digitized by Google

Der Ansicht Thomas, dass der Fall 1.) in Deutschland fast nie und in den anderen Ländern nur sehr selten vorkommt, somit praktisch ausscheidet, vermag der Unterzeichnete nach seinen Erfahrungen nicht beizustimmen. Jn Bayern könnte speziell eine ganze Reihe solcher Anlagen namhaft gemacht werden, wie z. B. die 17 Kraftwerke am Münchener Stadtbach, die 8 Pegnitzmühlen in Bamberg, die 5 Kraftwerke an der Mangfallableitung, darunter auch das Bahnkraftwerk der Lokalbahn A.-G. Feilnbach, das Kraftwerk Fleck a. d. Jsar, u. a. Nach Wissen des Unterzeichneten ist dieser Fall immer dann und zwar sogar als Regel gegeben, wenn von dem Mutterfluß zu Kraftausnützungszwecken ein Seitenarm abgezweigt ist, welcher nach dem Kanalprofil und nach dem vorhandenen Ringgefälle lediglich in der Lage ist, das Niederwasser aufzunehmen. Wenn auch diese Art der Kraftausnützung als Raubbau zu bezeichnen ist und den wirtschaftlichen Forderungen der Neuzeit in Ländern mit fortgeschrittener Wasserkraftausnützung nicht entspricht, so kann man doch mit Sicherheit rechnen, dass zu Beginn der Wasserkraftausnützung, gleichgültig in welchem Lande, dieser Raubbau die Regel bildet, solange er im Einzelfalle grössere Rentabilität verspricht und keine gesetzlichen Massnahmen denselben verbieten. Erst mit dem Fortschreiten der Wasserkraftausnützung ist zu beobachten, dass die Seitenkanäle auf das Jahresmittelwasser und darüber hinaus ausgebaut werden.

Es wäre ohne Zweifel eine Frage von grösstem statistischen Reiz, festzustellen, wie gross der Prozentsatz der auf Niederwasser ausgebauten Kraftwerke gegenüber den modernen Wasserkraftanlagen in Bayern und in Deutschland ist.

Jm 2. Falle rechnet Thoma, dass auch bei nicht speicherfähigen Anlagen eine gewisse Speicherung durch Erhöhung des Oberwasserspiegels im Oberwassergraben angestrebt werden sollte. Dies ist nach Meinung des Unterzeichneten in vielen Fällen eine nicht unbedenkliche Sache. Thoma selbst soll gelegentlich der Projektierung der Mittleren Jsar durchaus gegen eine solche Erhöhung des Oberwassergrabens gewesen sein, und zwar mit Recht. Aus diesem Grunde ist ja auch bei dieser Anlage der Ausbildung der Heberüberläufe besonderes Augenmerk zugewendet worden. Aus der Praxis ist es bekannt, dass der Versuch eines Staues im Oberwassergraben in der Regel zu zivilrechtlichen Streitigkeiten mit dem Oberlieger führt, da auf diese Weise ein Rückstau in dessen Turbinen erfolgt, die denselben in seiner Werkleistung naturgemäss schädigt. Der Prozentsatz der nicht speicherfähigen Anlagen, bei welchen eine Erhöhung des Wasserspiegels im Obergraben unzulässig ist und bei welchen demnach das Esibe-Regulierverfahren mit vollem Recht zur Anwendung kommen kann, dürfte ein sehr hoher sein.

Jm Falle 3 scheint Thoma der Meinung zu sein, dass bei chemischem Grossbetrieb und dergleichen, nach dem Esibe-Regulierverfahren beabsichtigt sei, ohne Regulier-Turbinen zu arbeiten. Das ist nach Auffassung des Unterzeichneten nicht der Fall; denn wenn man die Esibe-Hauptpatente D. R. P. Nr. 378 599 und 383 920, welche in der gleichen Zeitschrift angegeben sind, aufmerksam durchliest, so wird man finden, dass die Esibe-Wasserkraftanlage keineswegs ohne Regulierturbinen arbeiten soll.

Wenn bei einem Großkraftwerk, dessen Stromabnehmer stets mit einer grösseren Reihe von Oefen oder dergleichen arbeiten, ein Bruchteil dieser Oefen oder dergleichen auf 10 Minuten Dauer ausfällt, so wird diese vorübergehende kleine Leistungsschwankung, eben nicht durch die Grundbelastungsturbinen aus geregelt, sondern durch eine der in Betrieb befindlichen Regulierturbinen, die in bekannter Weise wassersparend arbeiten.

Die von Thoma geforderte Summierung der Wasserersparnis über das ganze Jahr hindurch, erscheint somit nach dem Esibe-Regulierverfahren keineswegs ausgeschlossen. Zu erwähnen wäre dabei vom praktischen und hydrotechnischen Standpunkt, dass diese Wasserersparnisse nicht das ganze Jahr über gemacht werden können, sondern nur in den Zeiten, in welchen die nach Wasserführung und Gefälle vorhandene Leistung tatsächlich kleiner ist, als die installierte Turbinenleistung.

Die von Thoma in dieser Richtung wohl irrtümlich gefasste Meinung über das Esibe-Regulierverfahren beruht anscheinend auf dem Umstand, dass das Esibe-Modell selbst diesen Vorteil des Esibe-Regulierverfahrens hinsichtlich Wasserersparnis allerdings nicht ohne weiteres erkennen lässt.

Der Ansicht Thomas, dass das Esibe-Regulierverfahren wirtschaftlich „nur bei Kraftwerken, die dauernd die volle verfügbare Leistung in ein grosses Netz abgeben" geeignet sei, kann nur mit obigem Vorbehalt zugestimmt werden. Dagegen ist die Ansicht Thomas, dass dies allerdings „nur kleinere Kraftwerke sein werden" dann irrtümlich, wenn die Speisung selbst in ein Netz von entsprechend grosser Leistung oder unmittelbar für chemische Großindustrie erfolgt. Auch bei der Projektierung der Mittleren Isar wäre es vielleicht möglich gewesen, eine oder mehrere von den vier Kraftstufen als Grundbelastungswerk nach dem Esibe-Regulierverfahren zu bauen und dabei an Kosten zu sparen.

Der von Thoma vermutete Nachteil der Esibe-Regulierung, der bei mangelnder Wasserersparnis bestünde, kann daher bei entsprechender Aufteilung der Leistung vermieden werden. Ebenso dürfte die von Thoma vermutete obere Grenze des Anwendungsgebietes der Esibe-Regulierung nicht zutreffen, was ja auch in der Zwischenzeit dem Unterfertigten bekannt gewordene Projektierungen grösserer Anlagen zeigen.

Die Stellungnahme zu den einzelnen technischen Punkten des Thoma'schen Gutachtens ist dem berufenen Fachkreis der Turbineningenieure und der Elektroingenieure zu überlassen. Von Wichtigkeit erscheint jedenfalls die von Thoma offen zugegebene Kostenersparnis durch die Anwendung nur eines Reglers, ferner die zugegebene Wahrscheinlichkeit der Wirkungsgradsverbesserung für Turbinen ohne drehbare Leitschaufeln, weiter die zugegebene Kostenersparnis für diese Turbinenart (Grundbelastungsturbinen).

Was die Möglichkeit der Ersparnis der Freilaufleitung (Leerschuss) vom Wasserschloss zum Krafthaus anbelangt, so erscheint dieselbe doch sehr wohl möglich, wenn das Esibe-Regulierverfahren entsprechend den amtlichen Versuchen tatsächlich staulos, bei beliebigem Belastungswechsel, das ist ohne wesentliche Aenderung des Fliesszustandes in der Rohrleitung arbeitet. Das Putzen der Rechenanlage, welches Thoma als Gegengrund gegen die Einsparung der Freilaufleitung anführt, ist ja auch bei Freilaufleitungen nicht zu vermeiden und wenn sich der Rechen so verstopft, dass der Oberwassergraben zum Ueberlaufen kommt, dann sollte doch der Krafthauswärter bei einiger Sorgfalt in der Wartung seiner Anlage durch die zuvor abfallende Turbinenleistung und das abnehmende Gefälle auf diesen Umstand rechtzeitig aufmerksam werden. Jedenfalls würde auch für diesen abnormen Fall es genügen, wenn praktisch von einem geeigneten Punkt des Oberwassergrabens eine Entlastung in eine vorhandene Bachrunse, Schlucht oder dergleichen vorgesehen wird, oder wenn, wie beim Kraftwerk Röhrenhof nur der untere Teil als Leerschuss ausgebildet wird, während für den oberen Teil vorhandene Bachrunsen benützt werden.

Von grösstem Jnteresse ist ohne Zweifel die Meinung Thomas, dass der Gedanke, welcher dem Esibe-Regulierverfahren zugrunde liegt, zur Ausbildung eines Sicherheitsreglers zu verwenden ist. Gerade dieser Fall ist ja in der Praxis sehr häufig gegeben und zwar stets dann, wenn grosse Dampfkraft- oder normale Wasserkraft-Zentralen den regulierbaren Teil der Leistung übernehmen können und wenn die Esibe-Wasserkraftanlage als Grundbelastungsanlage die gesamte verfügbare Wasserkraft-Energie mit der vollen, der Wasserführung entsprechenden Leistung in das gemeinsame Netz zu fördern hat.

Jn diesem Falle besteht tatsächlich nur das Bedürfnis eines Sicherheitsreglers und nachdem für diesen Fall eine Kostenersparnis in Bau und Betrieb zu erwarten ist, was auch Thoma nicht in Abrede stellt, so dürften die Aussichten der Entwicklung des Esibe-Regulierverfahrens als nicht ungünstig zu beurteilen sein.

Digitized by Google

Rundschau

Wasserkraftanlagen

Vom Walchenseewerk. Wie bekannt, hat einer der beiden seit Januar in Betrieb befindlichen 16 000 kW-Generatoren Ende März eine Betriebsstörung verursacht. Die Maschine befindet sich jedoch schon seit Anfang April wieder mit Vollast in Betrieb. Mittlerweile ist auch der dritte Maschinensatz für die Stromlieferung in das Bayernwerknetz fertiggestellt worden. Die Inbetriebsetzungsversuche werden nach Ostern durchgeführt, so daß noch vor Ablauf des Monats auch diese Maschine den Betrieb aufnimmt. Von der gesamten dem Bayernwerksnetz zur Verfügung stehenden Leistung des Walchenseekraftwerkes sind nunmehr also drei Viertel installiert.

Das Achensee-Werk der Stadt Innsbruck, über welches wir bereits kurz in Heft 5, S. 65, dieser Zeitschrift berichteten, soll nunmehr nach beendeter Finanzierung durch die hiezu ins Leben getretene neue Aktiengesellschaft „Tiroler Wasserkraftwerke" mit einem vorläufigen Aktienbetrag von 10 Milliarden Papierkronen im Frühsommer in Bau genommen werden. Die Stadt Innsbruck wird aus dem Werk, dessen Jahresarbeit 106 Millionen kWh betragen wird, bei einer Dauerleistung von 12 000 kW zirka 8 Millionen kWh beziehen. Die Baukosten sind auf etwa 14 Millionen Goldkronen veranschlagt einschließlich einer Verbindungsleitung über den Achenpaß zum Anschluß an das Bayernwerksnetz.

Das Wiesent-Kraftwerk Behringersmühle findet seitens des Bayer. Landesvereins für Heimatschutz und einiger weiterer naturkundlichen Zielen dienender Vereinigungen scharfen Widerspruch mit Rücksicht auf die befürchtete Verunzierung des Wiesent-Tales durch Aufstauung der Püttlach auf eine Länge von 250 m und der Wiesent auf eine Länge von 450 m, wodurch diese Talstrecken ihres Charakters als natürliche Flußläufe entblößt, zu ruhenden Wasserflächen verwandelt und die Uferflora durch den um 1.20 m gehobenen Wasserspiegel vernichtet würde. Außerdem wird hervorgehoben, daß die aufzuführenden Werkbauten einen „äußerst nüchternen, fabrikmäßigen Anblick" bieten würden. Wenn es selbstverständlich ist, daß der Naturschutz möglichste Berücksichtigung bei allen Projekten finden muß, muß aber immerhin doch auch die Frage der Wirtschaftlichkeit und des Ersatzes der schwarzen Kohle durch die weiße Kohle mehr als früher Rücksicht finden, zumal gerade auch die Werksbaulichkeiten, wie viele Beispiele beweisen, sich dem Landschaftsbild bei einigem Wollen der Entwurfbearbeiter recht gut anpassen lassen können. Es sei hier nur an die doch mitten in städtischen Anlagen liegenden und gewiß nicht störend in Erscheinung tretenden Bauten des Südwerkes 2 und 3 in München erinnert, welche den altgewohnten Wald vom „Schützengestänge" unsichtbar machen und gewiß keine aufdringlichen Bauformen zeigen. Jedenfalls kann der Einwand, daß „kleine Kraftwerke immer die teuersten" seien, durchaus n i c h t als stichhaltig betrachtet werden und zur Ablehnung eines Projektes ohne weitere Untersuchung führen. Rdl.

Mur-Kraftwerke. Die Steyerische Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. ist nunmehr in der Lage, neben dem im Bau befindlichen Teigitschkraftwerk noch die 59 m betragende Gefällsstufe der Mur zwischen Bruck und dem Peggauwerk mit 70 000 PS Ausbauleistung entsprechend 110 m³/sek Wasserführung auszubauen. Es entspricht diese Wassermenge ungefähr der sechsmonatlichen Wasserführung mit Rücksicht auf die Anlehnung an das speicherfähige Teigitschkraftwerk. Ein Tagesausgleich für den Winter liegt einerseits im Stau vor der Wasserfassung und in einem Spitzenweiher, andererseits in den Kanalhaltungen. Die Wasserfassung besteht in einem Schützenwehr mit drei durch Doppelschützen vorschlossenen je 15 m weiten Oeffnungen für eine Stauhöhe von 9 m über Flußsohle mit 3,5 m hoher Kiesschwelle sowie Tauchwand im Kanaleinlauf. In den beiden oberen Kraftstufen bei Kirchdorf und Rötelstein mit 16,2 und 16,7 m Gefälle gelangen je drei offene Schachtturbinen für je 40 m³/sek Schluckfähigkeit zum Einbau, die 21,8 m hohe Gefällsstufe bei Rabenstein erhält drei gleichgroße Gehäuseturbinen mit Zuleitung durch je ein 4,2 m weites Eisenbetondruckrohr. Die Generatoren von je 8000 kVA speisen mit 100 000 V über Bruck nach Wien, mit 60 000 V nach Graz und mit 20 000 V in die nähere Umgebung über ein Hauptumspannwerk in Rabenstein. Die Baukosten werden mit 880 G.kr./kW angegeben, entsprechend Stromkosten von 1,7 Goldheller/kWh bei 80 Prozent Ausnutzung. (E. & M., Wien, 1924, H. 13.)

Wasserbau

Kanalbruch bei den Alzwerken. Wie auch die Tagesblätter berichteten, ist am 12. April bei der neuen Alzstufe Hirten—Holzfeld ein schwerer Kanalbruch aufgetreten, welcher das Kraftwerk voraussichtlich auf Monate hinaus außer Betrieb setzt. Zwischen Stollen 2 und 3 der Kanalstrecke (vgl. diese Z. 1923, Heft 13, S. 174, Abb. 6, wo ein Bild dieser Hangkanalstrecke wiedergegeben ist, und Tafel I des gleichen Heftes, wo oben das Profil „zwischen den Stollen 2 und 3" gezeichnet ist) ist der Kanal als Hangkanal mit einer luftseitig außerordentlich massiven Betonmauer ausgebildet, diese Seitenmauer hat am Fuße 5,13 m Stärke, in Höhe der ebenfalls betonierten Kanalsohle noch etwa 4 m Stärke. Im Kraftwerk bei Burghausen wurde zunächst ein Rückgang der Wasserführung beobachtet und daraufhin von hier aus der Wehrwärter des rund 16 km oberhalb gelegenen Einlaufbauwerkes zum Schließen der Einlaufschützen angewiesen. Inzwischen hatte der ungefähr bei Kanal-km 7 aufgetretene Bruch im Verein mit der Wirkung des rasch sich entleerenden Kanalinhaltes von etwa ½ Million m³ bereits eine vollständige Zerstörung des ganzen Kanals auf etwa 200 m Länge durch Unterspülung und Wegspülung des Talhanges bewirkt. Ueber die Ursachen des Bruches an einer gerade wegen der schwierigen Oertlichkeit mit außerordentlicher Sorgfalt ausgeführten Stelle ließen sich infolge völliger Zerstörung und Veränderung der Umgebung und mangels irgendwelcher Augenzeugen bisher noch keine Anhaltspunkte gewinnen, die abnormen Witterungsverhältnisse des abgelaufenen Winters und Frühjahrs und dadurch eingeleitete Bodenbewegungen mögen nicht ohne Einfluß geblieben sein. Ueber die rascheste und sicherste Wiederherstellung schweben noch Untersuchungen. — Der Schaden durch Energie-Ausfall für die beteiligten Unternehmungen, das Karbidwerk der Dr.-Alexander-Wacker-Gesellschaft und die Bayerischen Stickstoffwerke ist außerordentlich schwer.

Die Wasserspiegellage in offenen Gerinnen behandelt Dr. techn. Kreitner in der Z. d. österr. Ingenieur- u. Architektenvereins, 1923, Heft 31/32, an Hand eingehender hydrodynamischer Betrachtungen und graphischer Rechnungsweise für den Fall von Gerinnen mit stark ortsveränderlichen Verhältnissen, wie solche bei Wehren, Ueberfällen u. ähnl. raschen Veränderungen der Strömungsbedingungen im Wasserbau häufig vorkommen. Die graphische Lösung der aus der Gleichung für die „Energiehöhe" $H = T + \frac{c^2}{2g}$ als Summe aus Wassertiefe und Geschwindigkeitshöhe hervorgehenden schrittweisen Rechnung gibt eine Trennungsgerade zwischen den beiden Zustandsformen des „Schießens", in welchem der Wasserspiegel des Gerinnes nur vom stromaufwärts liegenden Teil des Gerinnes beeinflußt wird, und des „Strömens", bei dem der stromabwärts liegende Teil des Wasserlaufes maßgebend ist. Darauf baut sich die Erkenntnis auf, daß eine Ungenauigkeit in der Rechnung dann wachsen würde, wenn die schrittweise Rechnung dem für die Ausbildung der Wasserspiegellage maßgebenden Teil des Gerinne-Abschnittes entgegenschreitet, d. h. im Zustandsgebiet des „Schießens" muß die Rechnung von oben nach unten (mit dem Strom) schreiten, beim „Strömen" dagegen von unten nach oben. Die Grenze zwischen den beiden Fließzuständen liegt bei der kritischen Geschwindigkeit $v = \sqrt{g\,T}$, also bei

Digitized by Google

der Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Stauwelle in ruhendem Wasser von der Wassertiefe T, ist die Strömungsgeschwindigkeit in einem Punkt eines Gerinnes größer als obiger Wert, so liegt der Zustand des „Schießens" vor, eine Beeinflussung wasseraufwärts ist nicht denkbar, da die Abwärtsgeschwindigkeit der Strömung ja größer ist als die mögliche Aufwärts-Fortschreitungsgeschwindigkeit einer Stauwelle. Sohlenneigung und Rauhigkeit einer Gerinnestrecke sind für den sich einstellenden Fließzustand nicht bestimmend. Im stationären Fließzustand herrscht Gleichgewicht zwischen der Beschleunigungskraft und der Gerinnereibung; beim Schießen tritt die verzögernde Reibung zurück und es liegt eine beschleunigte Bewegung mit abnehmender Wassertiefe vor; beim Strömen verzögert die Reibung die Geschwindigkeit, die Wassertiefe wächst. Dazu können andere, der Rechnung heute noch nicht zugängliche Einflüsse treten, wie Wirbel mit vertikaler Axe (Seitenwalzen) oder horizontaler Axe (Drehwalzen) bei plötzlichen Querschnittsänderungen, deren Erfassung dem Versuch vorbehalten ist. Während der Uebergang vom Strömen zum Schießen stetig erfolgt, bringt der umgekehrte Uebergang vom Schießen zum Strömen (Verzögerung) gewöhnlich einen „Wassersprung" mit sich (Diese Erscheinung wird bei manchen Ejektorformen [z. B. beim Ejektorwehr von Thuslow, vgl. E. T. Z., 1922, S. 1341] zur Gefällserhöhung benützt und ist zum gleichen Zweck Gegenstand des DRP. 307 559 und 326 274 von Donat Banki. Die Schriftltg.) Damit erklärt sich das scheinbare Bergaufließen des Wassers an solchen Uebergangsstellen. Der Endzweck der Untersuchung ist es, beim Projektieren kurzer Kanalstrecken, welche eine ungleichförmige Strömung von vornherein erwarten lassen, gleich das unter Berücksichtigung der Tiefen- und Geschwindigkeitsänderungen günstigste Profil ermitteln zu lassen.

Geschäftliches

Industrie-Neuland an der internationalen Wasserstraße der Donau. Die Stadt Straubing an der Donau (25 000 Einwohner) rüstet sich zurzeit zur Aufnahme von Großindustrie, da sie das denkbar beste hochwasserfreie Terrain für Industrieniederlassung ihr Eigen nennt. Die Stadtverwaltung hat bereits ein großzügiges Hafenprojekt von erster fachkundiger Hand ausarbeiten lassen, das drei Hafenbecken mit zusammen 4½ km Länge und 1240 bayer. Tagwerk Industriegelände umfaßt. Zurzeit wird die Industriebahn, verbindend den Staatsgüterbahnhof mit dem Industrie- bzw. dem Hafengelände, erbaut, so daß der Niederlassung von großen Industrieunternehmungen nichts mehr im Wege steht. Straubing liegt an demjenigen Teil der Donau, der heute schon in seinem Flußbette den Transport von Schwerlasten ermöglicht.

Des ferneren baut die Stadt zurzeit ein Wasserkraftwerk, welches Ende September 1924 seinen Betrieb aufnimmt und eine Leistung von 4000 PS erzielt.

Auch werden seit Beginn des Jahres systematische Bohrungen in- und außerhalb des Gemeindebezirkes vorgenommen und wird das Vorhandensein bester abbauwürdiger Braunkohle bestätigt, was im Verlaufe der nächsten Zeit zur Errichtung von Förderanlagen in Straubing führen wird. Unsere einheimische Braunkohlen feuernde Industrie gelangt damit zu erheblichen Fracht- und Rollersparnissen. Die

Das Walchenseewerk!

Heft 10 der „Wasserkraft" erscheint am 15. Mai ds. Jhrs. in bedeutend erhöhter Auflage und verstärktem Umfange mit zirka 40 Seiten Text und vielen Abbildungen sowie Tafeln etc. als

Spezialheft: „Das Walchenseewerk"

Dieses Spezialheft wird u. a. auch den von Herrn Oberregierungsrat Bürner (Vorstand der Walchenseewerk A. G.) vor dem Münchener Ingenieur- und Architekten-Verein gehaltenen Vortrag über die gesamten Anlagen, Bauten und Ausrüstungen dieser Großkraftanlage bringen, sowie über eine Fülle von Einzelheiten und Bauerfahrungen berichten. Da dieses Heft großem Interesse begegnet und ohne Zweifel einen ganz enormen Absatz findet, bietet sich der Geschäftswelt im Anzeigenteil eine selten günstige Gelegenheit zur Entfaltung einer

Geschäftspropaganda I. Ranges

Der Preis für 1/1 Seite ist GM. 120.–, für 1/2 Seite GM. 60.–. Anzeigenbestellungen sind bis spätestens 10. Mai 1924 erwünscht

Verlag „Die Wasserkraft" München

Herrnstraße 10 — Richard Pflaum Verlag A. G.

Digitized by Google

Stadt Straubing verfügt somit über weiße und schwarze Kohle. Durch die umliegende Mittel- und Großlandwirtschaft ist die dauernde Gewähr für die beste Verpflegung der Arbeiter und Beamten gegeben und damit werden stabile Lohnsätze gesichert. Billige und rasche Erbauungsmöglichkeiten der Fabrikanlagen und Arbeiterwohnungen durch die um Straubing gelegenen großen Dampfziegel- und Sägewerke und durch den Holzreichtum des nahen bayerischen Waldes.

Ab April 1924 wird die internationale Luftverkehrs-Gesellschaft „Trans-Europa-Union" ihren Betrieb aufnehmen. Junker-Verkehrsflugzeuge werden auf ihrem Wege von London nach Belgrad in Straubing landen. Straubing ist die Umsteigstation vom Land- zum Wasserflugzeug und zugleich Kreuzungspunkt der Fluglinien Genf-Prag und London-Belgrad.

Interessenten wollen sich an das Industrie-Propaganda-Büro Straubing (Bayern) Postbriefschließfach Nr. 43 wenden.

Die neuen patentamtlichen Gebühren. Nach einer Verordnung des Reichsministers der Justiz vom 28. Februar 1924 betragen die hauptsächlichen patentamtlichen Gebühren nunmehr:

I. bei Patenten:

	G.-M.
1. für die Anmeldung (§ 20 Abs. 3 Patentges.)	15
2. a) für das 1. Patentjahr (§ 24 Abs. 1)	30
b) für das 2. Patentjahr (§ 8 Abs. 1)	30
c) für das 3. Patentjahr desgl.	30
d) für das 4. Patentjahr desgl.	50
e) für das 5. Patentjahr desgl.	100
f) für das 6. Patentjahr desgl.	150
g) für das 7. Patentjahr desgl.	200
h) für das 8. Patentjahr desgl.	250
i) für das 9. Patentjahr desgl.	300
k) für das 10. Patentjahr desgl.	400
l) für das 11. Patentjahr desgl.	500
m) für das 12. Patentjahr desgl.	600
n) für das 13. Patentjahr desgl.	700
o) für das 14. Patentjahr desgl.	800
p) für das 15. Patentjahr desgl.	1000
q) für das 16. Patentjahr desgl.	1300
r) für das 17. Patentjahr desgl.	1600
s) für das 18. Patentjahr desgl.	2000
3. für die Einlegung der Beschwerde (§ 26 Abs. 1)	20
4. für den Antrag auf Erklärung der Nichtigkeit oder auf Zurücknahme oder auf Erteilung einer Zwangslizenz (§ 28 Abs. 4, § 11)	50
5. für die Anmeldung der Berufung (§ 33 Abs. 1)	150

II. bei Gebrauchsmustern:

1. Anmeldung	10
2. Verlängerung	100

III. bei Warenzeichen:

1. für die Anmeldung — Anmeldegebühr (§ 2 Abs. 3 des Gesetzes zum Schutze der Warenbezeichnungen)	15
2. für die Anmeldung — Klassengebühr — (§ 2 Abs. 3)	5
3. für die Eintragung (§ 6 a)	15
4. für die Erneuerung — Erneuerungsgebühr — (§ 2 Abs. 5)	100
5. für die Erneuerung — Klassengebühr — (§ 2 Abs. 5)	5

IV. sonstige Gebühren:

1. für den Antrag auf Ausfertigung eines Prioritätsbeleges	1
2. Zuschlagsgebühr für die Nachholung der Zahlung einer Patentjahresgebühr, einer Gebühr für die Verlängerung eines Gebrauchsmusters oder für die Erneuerung eines Warenzeichens 25% der nachträglich zu zahlenden Jahres- bzw. Verlängerungs- bzw. Erneuerungsgebühr.	

Die in der Zeit vom 1. Dezember 1923 bis 28. Februar 1924 einbezahlten Patentjahresgebühren, sofern sie der Verordnung vom 29. Nov. 1923 entsprachen, gelten als abgeglichen.

Bayern Salpeter- und Stickstoff-Aktiengesellschaft. Unter diesem Namen wurde im Zusammenhang mit der Unteren Isar A.-G. in München eine neue Gesellschaft gegründet. Gegenstand des Unternehmens ist die Errichtung und der Betrieb von Salpeter- und Stickstoffwerken, der Handel mit künstlichen Düngemitteln und alle auf diese Zwecke hinzielenden Arbeiten und Geschäfte, sowie Beteiligung an ähnlichen Unternehmungen. Grundkapital: 202 400 000 M. Vorstand: Johann Hallinger, Zivilingenieur in München. Die Gründer, welche alle Aktien übernommen haben, sind: 1. Dr. Julius Gentes, Direktor in München; 2. Justizrat Dr. Anton Mößmer, Rechtsanwalt in München; 3. Hans Wutzlhofer, junior, Direktor in München; 4. Johann Hallinger, Ingenieur in München; 5. die Firma: Untere Isar Aktiengesellschaft in München; Geschäftslokal: Fürstenfelderstraße 10.

Über den Schutz von Eisen- und Betonbauten bei Wasserkraftanlagen und dgl. Zur Abdichtung von Turbinenkammern ist in erster Linie die sachgemäße Ausführung der Betonarbeiten und ein sorgfältig hergestellter Zementverputz notwendig. Da aber manches Wasser, namentlich Wasser aus Waldgebieten, infolge seines Kohlensäuregehaltes oder durch Hinzutreten von Moorwässern den Zementputz angreift und dadurch u. a. mit der Zeit dessen Undichtigkeit herbeiführt, so ist es in den meisten Fällen zur Sicherung der Dichtigkeit empfehlenswert, den Zementverputz mit Inertol-Anstrich, Hersteller Firma Paul Lechler, Inertolfabrik, Stuttgart, zu versehen. Das bedeutet meist keine Verteuerung der Anlage, weil bei der Verwendung von Inertol-Anstrichen das Glattschleifen des Putzes entbehrt werden kann, ja sogar unzweckmäßig ist. Will man einen Anstrich auf dem Zementputz anbringen, so ist es besser, diesen etwas rauh zu lassen, und ihn nur mit der Scheibe, nicht mit der Stahlkelle zu glätten, weil auf einem etwas rauheren Verputz die Anstrichmasse besser „einwurzeln" kann. Solche Inertol-Anstriche sind übrigens nicht nur ein Notbehelf, sondern sie haben, wie sich immer mehr herausstellt, gerade bei den neuen Betonbauten nicht unwichtige Funktionen zu erfüllen. Solange der Beton jung ist, enthält er noch ziemlich viel ungebundenen Aetzkalk, der erst mit dem Fortschreiten der Erhärtung im Laufe von mehreren Jahren sich mit der gleichfalls noch ungebunden vorhandenen Kieselsäure verbindet. Gerade in diesem Zustande ist es für den Beton nach den vorliegenden Untersuchungen von Wert, wenn er zwar im Innern feucht bleibt, aber nicht von Wasser durchspült wird, denn das durchspülende Wasser nimmt den freien Aetzkalk mit, was hin und wieder an den im Volksmund „Salpeterausblühungen" genannten Ausschwitzungen zu sehen ist. Der herausgeputzte Aetzkalk verbindet sich an der Luft mit der Kohlensäure und bildet den weißen kohlensauren Kalk. Wenn Betonbauwerke längere Zeit unbenützt stehen, aber dabei der Sonne ausgesetzt sind, haben Inertol-Anstriche die gleich günstige Wirkung, wie sie durch das Abdecken mit feuchten Säcken erreicht wird. Unter dem Inertol-Anstrich erhärtet der Beton gleichmäßiger, und Schwindrißbildung bleibt vermieden. Die abdichtende Wirkung der Inertol-Anstriche ermöglicht es, auch Eisen im Wasser vor Rostbildung zu schützen. Das reine, trockene Eisen wird mit dem Inertol in gewohnter Weise wie mit einer Farbe überstrichen. Nötig sind mindestens zwei Anstriche. Ist eine Grundierung mit Mennige vorhanden, die aber nicht notwendig ist, so genügt auch ein Inertol-Anstrich. Beim Murgwerk, Walchenseekraftwerk, bei den Wasserkraftwerken an der Mittleren Isar, bei dem Illerkraftwerk, beim Heimbachkraftwerk, bei der Vöhrenbachtalsperre usw. finden die Inertol-Anstriche neuerdings Verwendung. Zum Anstrich von Eisen im Freien wird Inertol dann verwendet, wenn die schwarze Farbe nicht störend wirkt.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort

Digitized by Google

des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Oitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 5. Mai 1924.

88a, 6. P. 45 797. Dipl.-Ing. Oskar Poebing, München, Rheinstr. 22. Regelungsschieber für den Wasserdurchfluß von Wasserkraftmaschinen und -anlagen mit getrennter Regelung bei Aenderung der Wasserführung und bei Aenderung der Belastung. 26. 2. 23.

88a, 6. S. 55 561. Dipl.-Ing. Oskar Poebing, München, Rheinstr. 22. Verfahren zur Regelung des Wasserdurchflusses von Wasserturbinen. 5. 2. 21.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Der Ausbau der Mittleren Isar" Nr. 7, S. 88 sind im ersten Absatz zwei Druckfehler enthalten. Es soll dort richtig heißen:

„Die Turbinen der Mittleren Isar, vor allem die der Großstufen besitzen jedoch bei einem sehr guten Vollastwirkungsgrad eine s t e i l e Wirkungsgradkurve. Man muß also darnach trachten stets möglichst viele Turbinen voll belastet laufen zu lassen. Es kann dies geschehen durch verschiedene Beaufschlagungen der einzelnen Kraftwerke, also u n stetigen Wasserdurchfluß durch den Kanal."

Literatur
Zeitschriftenschau.

Wasserkraftanlagen. U e b e r d e n S t a n d d e r B a u a r b e i t e n b e i d e n W a s s e r k r a f t w e r k e n d e r G e m e i n d e W i e n. Von Ing. Kuhn. „Die Wasserwirtschaft" 1924, H. 4, S. 56—61; 6 Abb. (Beschreibung der Grundlagen und des Baufortganges des Opponitzwerkes: Einlauf, Wasservereinigung, Düker, Stollen, Rohrleitung. — Forts. f.)

— D a s K r a f t w e r k V ö h r e n b a c h. Die erste Eisenbetonstaumauer in Deutschland. Von Dr.-Ing. Maier und Dr.-Ing. Kammüller. „Der Bauingenieur" 1924, H. 4, S. 110 bis 115; 7 Abb. (Hydrotechn. Grundlagen, Einzelheiten der Staumauer von 145 m Länge und 25 m Höhe; kurze Darstellung der Kraftanlage. — Pumpenspeicherung.)

— F r a n z i s t u r b i n e n m i t l i e g e n d e r W e l l e n a c h d e r E i n b a u w e i s e v o n H a l l i n g e r. Von Ing. C. Reindl, München. „V. D. I." 1924, Nr. 6, S. 119 bis 123; 14 Abb. (Darstellung von vier ausgeführten oder im Bau befindlichen Kraftwerke und zweier Entwürfe für Doppelzwillingsturbinen, die im Maschinenhaus unter Blechhauben liegen und hochgesaugten Oberwasserspiegel haben.)

— D a s T e i g i t s c h k r a f t w e r k der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. Von Ziv.-Ing. Hahn. „Elektrotechnik und Maschinenbau Wien" 1924, Heft 7, S. 89 bis 94; 6 Abb. (Beschreibung des im Bau befindl. unteren Teigitsch-Werkes von 3 × 15 000 PS bei 230 m Gefälle, mit Speicher von 300 000 m³, bauliche und maschinelle Einzelheiten.)

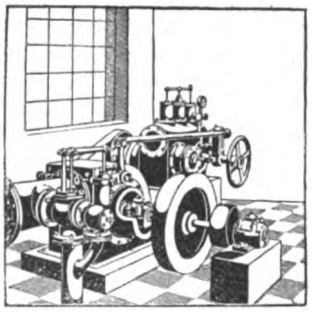
Wasserkraftmaschinen. D i e e r s t e n K a p l a n t u r b i n e n i n S c h w e d e n. „Elektrotechnik und Maschinenbau" Wien, 1924, H. 6, S. 83—84; 4 Abb. (Beschreibung und Versuchsergebnisse einiger Kaplanturbinen mit drehbaren Laufradschaufeln von Verkstaden, Kristinehamn; sehr gute Versuchs- und Betriebsergebnisse.)

— E x t r a - S c h n e l l ä u f e r - T u r b i n e n d e r A.-G. d e r M a s c h i n e n f a b r i k v o n T h. B e l l & C i e., K r i e n s. Von Prof. Dr. Prásil. „Schweiz. Bauzeitung" 1924, H. 1, S. 1—5; H. 2, S. 22—24; H. 3, S. 31—34; H. 4, S. 39—41; 35 Abb. (Eingehende Beschreibung der Ausführung und Versuche [Modell und Betrieb] mit einer Schraubenturbine [zweigängig, 1600 mm ⌀, n_s # bis zu 1100] in der Versuchsanstalt sowie als Betriebsturbine in der Zentrale Matte des E.W. Bern, Einfluß des Saugrohres.)

454

Wasserturbinen-Ingenieur

mit mindestens sechsjähr. Praxis in der Aufnahme und im Projektieren, gewandt im Verkehr mit der Kundschaft, baldmöglichst für Techn. Büro in Berlin gesucht. Unverheiratete Bewerber werden um ausführl. Bewerbung mit Gehaltsansprüchen und Antrittstermin gebeten. Berlin W 80, Postlagerkarte Nr. 54.



Banki-Turbinen

D. R. P. und D. R. G. M.

Bisher über 500 Anlagen im In- und Auslande ausgeführt — Die neuen Wasserturbinen für mittlere und hohe Gefälle — Höchster Nutzeffekt auch bei stark schwankenden Wassermengen. Einfache Regulierung — Kleiner Platzbedarf — Geringe Einbaukosten

Oeldruckregler

Auf Lager: Rohrleitungen, Absperrschieber in all. Dimensionen

Man verlange Drucksache G

Thierauf & Kießling

Maschinenfabrik Hof in Bayern

Telegr.-Adresse: Turbine Hof Saale — Telephon Nr. 664

Nachahmungen unserer Fabrikate werden strafrechtlich verfolgt! 651

Digitized by Google

Wasserkraftnutzung. Die Entwicklung der bayerischen Wasserkräfte. „World Power" 1. Bd. vom Februar 1924, S. 80—84. (Abhandlung über den Ausbau der Wasserkräfte in Bayern und ihre Bedeutung im Wirtschaftsleben.

— Schwedens Wasserkräfte und deren Ausnutzung. Von Dr.-Ing. Hansen, Generaldir. der Schwed. Wasserfalldirektion Stockholm. „Z. d. V. d. Ing." 1924, Nr. 14. S. 321—327; 13 Abb. (Statistische Angaben über die Wasserkräfte Schwedens. Die bis 1921 ausgebauten Werke leisten zusammen 1,21 Mill. kW = 18 v. H. der ausnutzbaren Wasserkräfte. Technische Ausführungen einiger kennzeichnender Wasserkraftwerke.)

Wasserversorgung. Der Betrieb der Wasserversorgung der Stadt Wien. Von Stadtbaurat Ing. L. Machek. „Die Städtereinigung" 1923, Nr. 23, S. 178 bis 182. (Beschreibung der geschichtlichen Entwicklung der Wasserversorgung Wiens und der derzeitigen Anlagen.)

— Beregnungsanlagen mit elektrisch angetriebenen Kreiselpumpen. Von Ing. Th. Klindt der S.S.W. „Siemens-Zeitschr." 1924, Heft 3, S. 82—84; 3 Abb. (Beschreibung einer längere Zeit in Betrieb befindlichen Anlage mit transportabler Kreiselpumpe.)

Wasserbau. Berechnung von Staukurven. Von N. Westerberg, Stockholm. „Der Bauing." 1924, Heft 1, S. 11—13; 3 Abb. (Verbesserung des Verfahrens mit der Annahme, daß die Staukurve eine Parabel mit lotrechter Achse bildet.)

— Die Grundwasserabsenkung beim Bau der dritten Seeschleuse in Wemeldinge (Holland). Von Dipl.-Ing. Schwarte, Siemens Bauunion. „Siemens Zeitschr." 1924, Heft 3, S. 85—89; 4 Abb. (Beschreibung des dort angewendeten Verfahrens.)

Abwasserbeseitigung. Die Frischwasserkläranlagen nach System Dyckerhoff & Widmann. „Die Städtereinigung" 1923, Nr. 20, S. 154—158. (Beschreibung des Systems unter Angabe der Vorteile — große Faulraumoberfläche, Teilung des Schlammraumes, Leichtzugänglichkeit aller Teile und Erweiterungsfähigkeit.)

Talsperren. Die Diemeltalsperre. Von Dipl.-Ing. H. Vieweg, Halle. „Tiefbau" 1924, Nr. 25/26. S. 44 bis 46; 3 Abb. (Beschreibung der im Nov. 1923 fertiggestellten Talsperre mit 36,20 m Höhe über Talsohle. In dem vor der Sperre errichteten Krafthaus sind zwei Turbinen mit einer Leistung von je 1400 PS aufgestellt.)

Elektrochemie. Calcium-Carbid. Nachträgliche Beschreibung einer neuen großen Carbidofentype mit elektrischer Abstichvorrichtung. — „Schweiz. Techniker-Zeitung" 1924, H. 15, S. 174—175; mit 1 Abb.

Neue Bücher

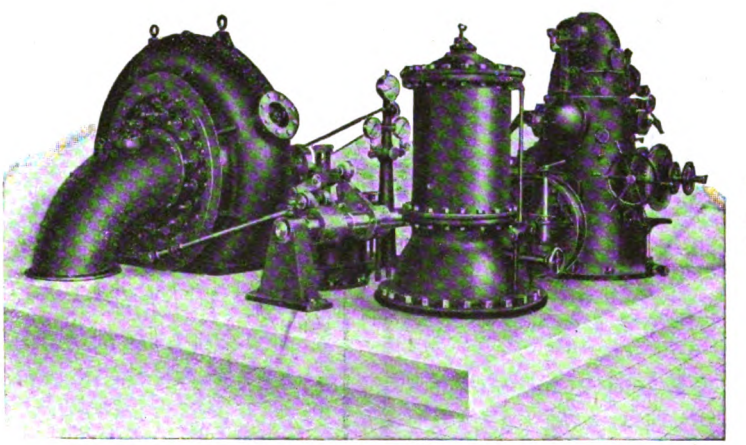
Hütte, Taschenbuch für Betriebsingenieure. Herausgeg. vom akadem. Verein „Hütte" und Dr. ing. A. Stauch. Mit 1431 Abb. und 1273 Seiten. Berlin 1924, Verlag von Wilh. Ernst u. Sohn. Geb. M. 19.50. — Ein Handbuch in Form und Inhalt wie die bekannte „Hütte" spez. für Betriebsingenieure, auf dessen reichen Inhalt wir noch kurz zurückkommen.

Buchbesprechungen

Die Elektro-Metallöfen unter besonderer Berücksichtigung der Oefen zum Schmelzen von Kupfer und Kupferlegierungen. Von E. Fr. Russ. Mit 123 Abb. und 23 Zahlentafeln, 161 Seiten. R. Oldenbourg, München und Berlin, 1922. Preis geb. M. 9,30.

Das sehr gut ausgestattete Buch beschränkt sich auf die Metallöfen unter Fortlassung der elektrometallurgischen Oefen und umfaßt auf dem ersteren Gebiet wohl alle vorhandenen kleinen und großen Ofenkonstruktionen unter ausführlicher Beschreibung der Konstruktion und Wirkungsweise bes. der in der Praxis eingeführten Typen. Wie schon in der Einleitung auf die Wichtigkeit der Elektroöfen aus rein privatwirtschaftlichen Gründen: Ersparnis an Metallverlusten, an Brennstoff und an Bedienung hingewiesen wird, so finden wirtschaftliche Ge-

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Einfache Spiralturbine von 5000 PS. Leistung mit Isodrom-Öldruck-Regulator im Kraftwerk Lungernsee

2 Stück à 5000 PS. geliefert und 1 Stück à 12 000 bis 14 000 PS. in Auftrag.

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

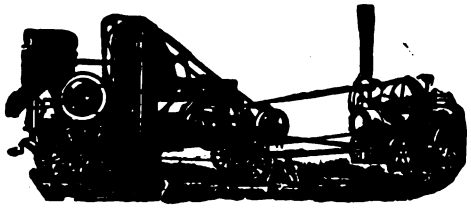
sichtspunkte und Hinweise durchwegs auch die gebührende Beachtung und werden durch Zahlentafeln und Betriebsergebnisse belegt. Von Wert sind für den nicht speziell mit der Elektrotechnik vertrauten Benützer die grundsätzlichen Erläuterungen über die Wirkungsweise der einzelnen Konstruktionen an Hand guter Prinzipsskizzen, wenn man auch nicht mit allen elektrotechnischen Erläuterungen einverstanden sein kann, so z. B. mit der Definition des Transformatorprinzips (S. 52). Diese leicht vermeidbaren kleinen Unebenheiten mindern nicht den Wert der klaren Darstellung des Wesentlichen wie der wichtigen Einzelheiten des umfangreichen Gebietes, dessen Wirtschaftlichkeit besonders in Anlehnung an Wasserkraftstrom alles Interesse verdient, umsomehr die Metallschmelzerei im Großen wie im Kleinen keine für das stromliefernde Werk unangenehme Belastung darstellt und infolge der sonstigen Vorzüge und Einsparungen gegenüber Flammöfen oder Tiegelöfen auch mit Strompreisen noch wirtschaftlich ist, bei welchen die Stromlieferer ihr Auskommen finden. — Das Buch kann nicht nur den Metallschmelzern, sondern auch den Stromerzeugern als Anregung, diesem Gebiet des Energieabsatzes Aufmerksamkeit zuzuwenden, bestens empfohlen werden. Rdl.

Das Energiewirtschaftsproblem in Bayern, von Dr.-Ing. Otto Streck. (Verlag Julius Springer, Berlin.)

In dieser kleinen Schrift behandelt der Verfasser das bayerische Energieproblem in einer besonderen, von den bisher üblichen Gedankengängen abweichenden Weise. Bayern rechts des Rheins, als eigenes Wirtschaftsgebiet betrachtet, hat nahezu keine eigene Kohlenproduktion und fast sein ganzer Kohlenbedarf muß durch Bezug und Beifuhr von außen gedeckt werden. Diesem für das Wirtschaftsleben nachteiligen Zustand abzuhelfen, sollen zwei seit langem vorhandene Bestrebungen dienen: das eine ist die Hereinführung der Großschiffahrtsstraße ins Land, die eine ganz wesentliche Verbilligung der Kohle bringen würde, das andere ist ihr Ersatz durch die Ausnützung der Wasserkräfte. Das letzte Mittel wird nun in der Schrift einer eingehenden Betrachtung unterzogen.

Der Ausbau der Wasserkräfte hat nach dem Kriege bei uns große Dimensionen angenommen, er erfolgte oftmals nicht in Hinblick auf einen bestimmten Verwendungszweck, sondern geradehin „um Kohlen zu sparen". Wiederholt und von verschiedenen Seiten wurde angesichts dieser Massenproduktion von hydroelektrischer Energie auf die Verwertungsmöglichkeit hingewiesen. Die in dieser Hinsicht bisher angestellten Studien beschränkten sich darauf, auf Grund statistischen Materiales, hauptsächlich aus der Schweiz, eine bestimmte elektrische Energiemenge für den Kopf der Bevölkerung zu ermitteln und dann mit Hilfe der Bevölkerungszahl und vielleicht noch einiger Einschätzungen der Entwicklung den Gesamtenergiebedarf zu bestimmen. Das Unzulängliche und Bedingte einer solchen Feststellung liegt auf der Hand. In der Sitzung des bayerischen Wasserwirtschaftsrates vom 6. Juli 1923 habe ich auf die Notwendigkeit solcher Verwertungsstudien hingewiesen und ausgeführt, daß wir zu einem einigermaßen sicheren Resultate nur kommen könnten, wenn wir versuchten, uns an Hand der einzelnen Kohlenverbraucher klar zu machen, welcher Kohlenbedarf durch Wasserkraftenergie ersetzt werden kann und welcher nicht. Dr.-Ing. Streck hat diesen Gedanken aufgegriffen und das Resultat seiner Studien liegt in seiner Schrift nunmehr vor. An Hand der gewerblichen Betriebszählung vom 15. August 1917 versucht er festzustellen, welche Betriebe können sich von Wärme- auf Wasserkraft umstellen. Die Aufgabe ist durchaus nicht einfach, sie erfordert Eingehen auf den einzelnen Arbeitsprozeß, eine Reihe kritischer Untersuchungen, Erwägungen und Annahmen. Ueber die Grenzen der Giltigkeit solcher Untersuchungen ist sich der Verfasser vollkommen klar. Der hierüber handelnde Abschnitt „die spezielle Aufbereitung des statistischen Materials" birgt eine Fülle interes-

Ratzinger & Weidenkaff
Maschinenfabrik München S. 25
gegründet 1895
Erste Spezialfabrik Bayerns für Baumaschinen



Komplette Hartzerkleinerungs- und Sortieranlagen
für alle Gesteinsarten, besonders für Kies und Sand etc. und in allen Korngrößen, fahrbar und stationär.
Steinbrecher, Sand-Walzenmühlen, Schüttelsiebe, Rundsiebe, Becherwerke,
moderne Konstruktionen, eigene Patente.
Beton- und Mörtelmischmaschinen
Bau-Aufzüge, einfach und doppelt Winden, Krane, Elevatoren
Schwimm- u. Trockenbagger
NAGELZIEHWINDE „Vertikator" D. R. P.
zum Entnageln von Betonschalungen, Baugerüsten, Bauhütten etc.
Wasserkraft, autom. Kiesräumer D.R.P. f. Wasserkanäle
Prospekte, Projekte und Voranschläge auf Anfrage.
Ia Referenzen! Ia Referenzen!

GABELSBERGERSTR. 55
REISSZEUGE, RECHEN-
REISSBRETTER
ALBERT
SCHIEBER, MASSSTÄBE
SCHIENEN, WINKEL
SECKSTEIN
Telegramm-Adresse: Seckstein
MÜNCHEN
Telephon-Nummer 53132
255

Die Ausführung eines 6 km langen Wasserleitungsstollens ist zu vergeben. Interessierte Baufirmen wollen sich unter Angabe von Referenzen u. ausgeführter Stollenanlagen (Profil, Länge, Bauzeit, Gebirgsart) wenden an
Wasserwerk des Landkreises Aachen, G. m. b. H.
Brand bei Aachen. 644

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Die Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Bezugspreis pro Heft 50 Gold-Pfennige. — Postscheck-Konto Nr. 15109.
Herausg.: Dr. Gg. Adam, Breslau; K. Dantscher, Prof. f. Wasserbau an der Techn. Hochschule München; Ing. Carl Reindl, München.
RICHARD PFLAUM VERLAG, A.G., MÜNCHEN, HERRNSTRASSE 10 / TELEFON 24737, 20846/47/48

Nummer 10 **München, 15. Mai 1924** **19. Jahrgang**

Die Bauausführung des Walchenseewerkes

Von Oberregierungsrat Bürner, Vorstand der staatl. Bauleitung für das Walchenseekraftwerk.

Wiedergabe des am 27. März 1924 vor dem Münchener Architekten- und Ingenieurverein in der Technischen Hochschule gehaltenen Vortrages.

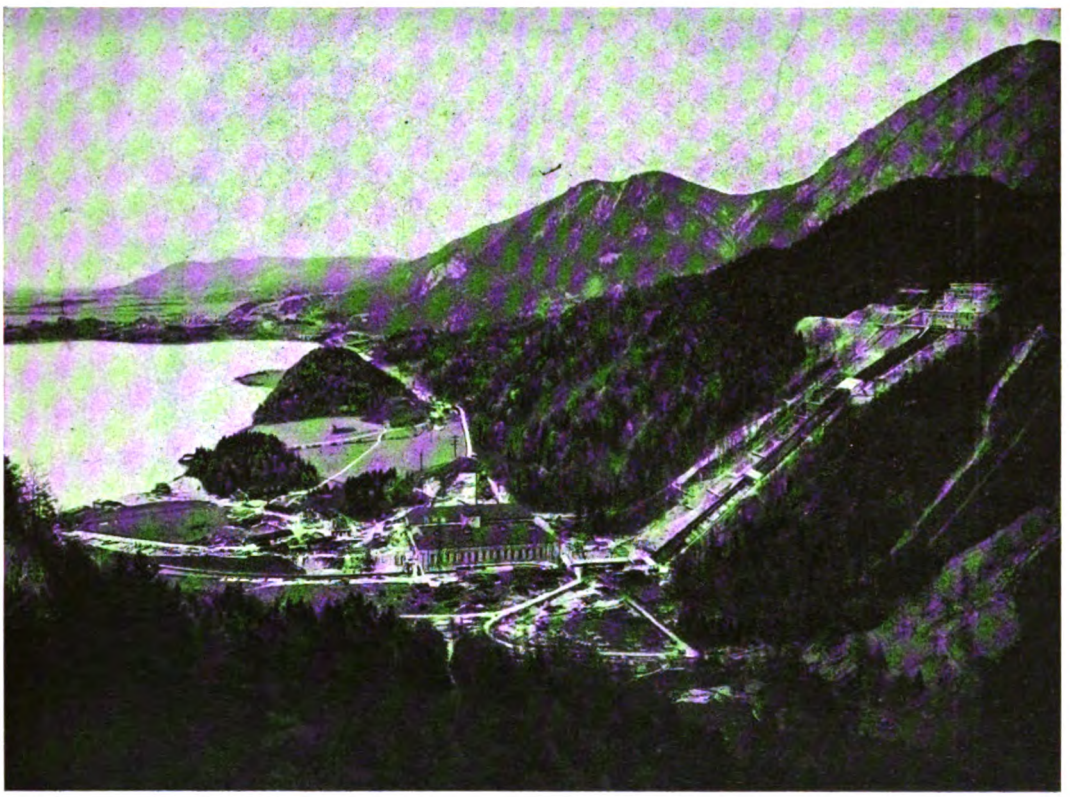


Abb. 5. Kraftwerk Rohrbahn und Wasserschloß (links Kochelsee)

Allgemeine Beschreibung.

Das Walchenseewerk dient in erster Linie zur Lieferung elektrischen Stromes für die allgemeine Licht- und Kraftversorgung Bayerns sowie für den Betrieb des Bayerischen Netzes der Reichseisenbahn. Es ist mit seinem gewaltigen Wasserspeicher ein Spitzenwerk ersten Ranges.

Die Bauanlagen, Abb. 1 und 2, zerfallen in drei Gruppen:

Baugruppe I enthält die Anlagen, welche die Verbindung zwischen Isar und Walchensee herstellen und der Uebereilung des Isarwassers in den Walchensee dienen.

Baugruppe II umfaßt die Anlagen, die den Walchensee mit dem Kochelsee verbinden und das Kraftwasser des Walchensees in der 200 m hohen Gefällstufe verwerten, und

Baugruppe III besteht in den Anlagen zur Ableitung des dem Kochelsee zugeführten Betriebswassers zwischen letzterem und der Isar.

Beeinflußt werden in ihrer Wasserführung die Isar, die Loisach und die Jachen, letztere der Walchenseeabfluß bei Niedernach, in ihren Wasserspiegelhöhen der Kochelsee und der Walchensee. Der Isar wird an der Wehrstelle die gesamte Wassermenge bis zu 25 cbm entzogen, der Loisach werden maximal 20 cbm zugeführt; der Seespiegel des Walchensees kann bis 6,60 m unter 0 abgesenkt und im Frühjahr mit Isarwasser wieder aufgefüllt werden. Der Wasserspiegel des Kochelsees wird bei Zuführung der Höchstwassermenge bis zu 50 cm gehoben. Die Jachen wird bei Sinken des Wasserspiegels unter die Sohle des Seeausflusses in ihrem obersten Teile trocken gelegt.

Digitized by Google

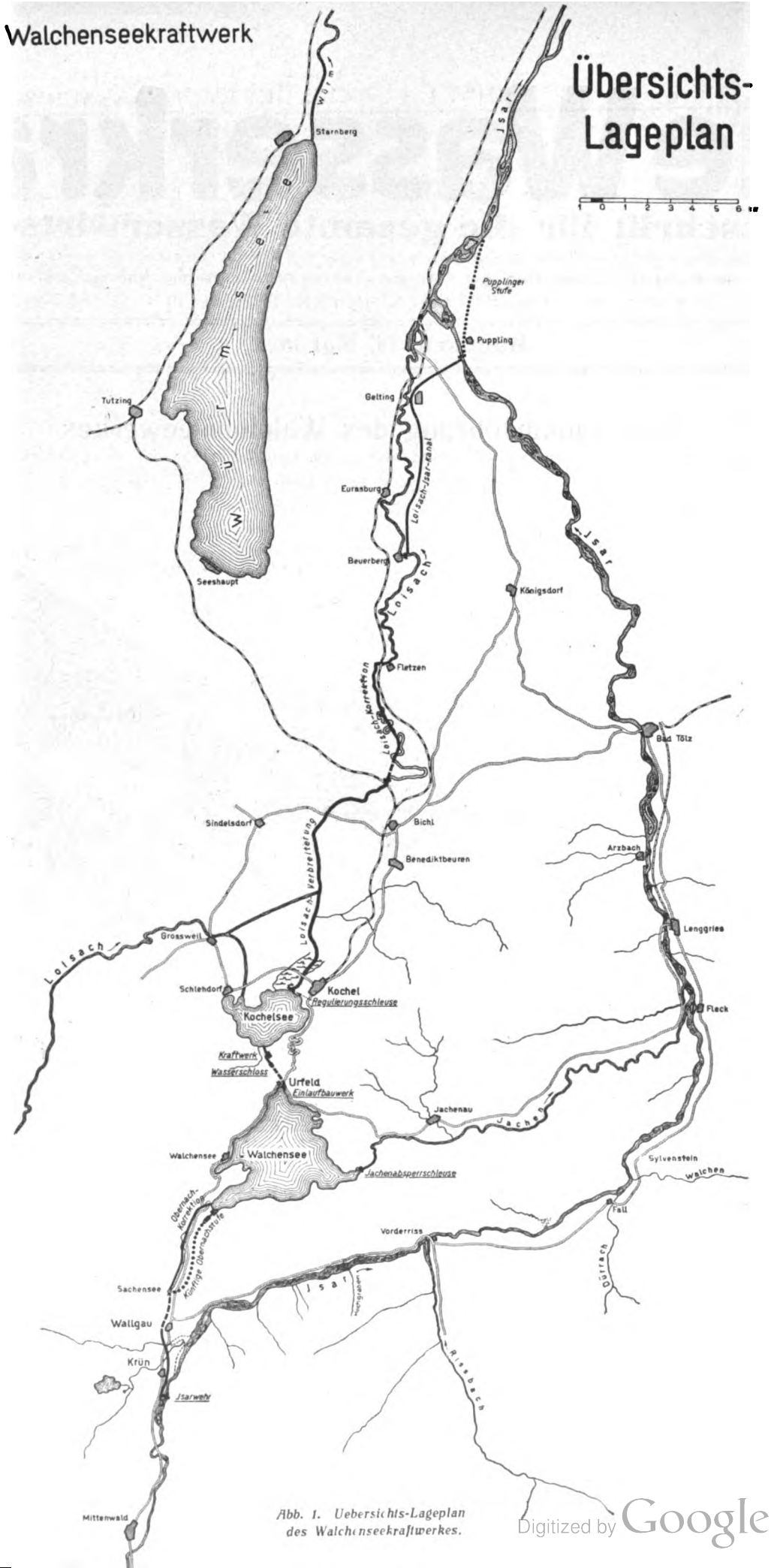


Abb. 1. Uebersichts-Lageplan des Walchenseekraftwerkes.

Digitized by Google

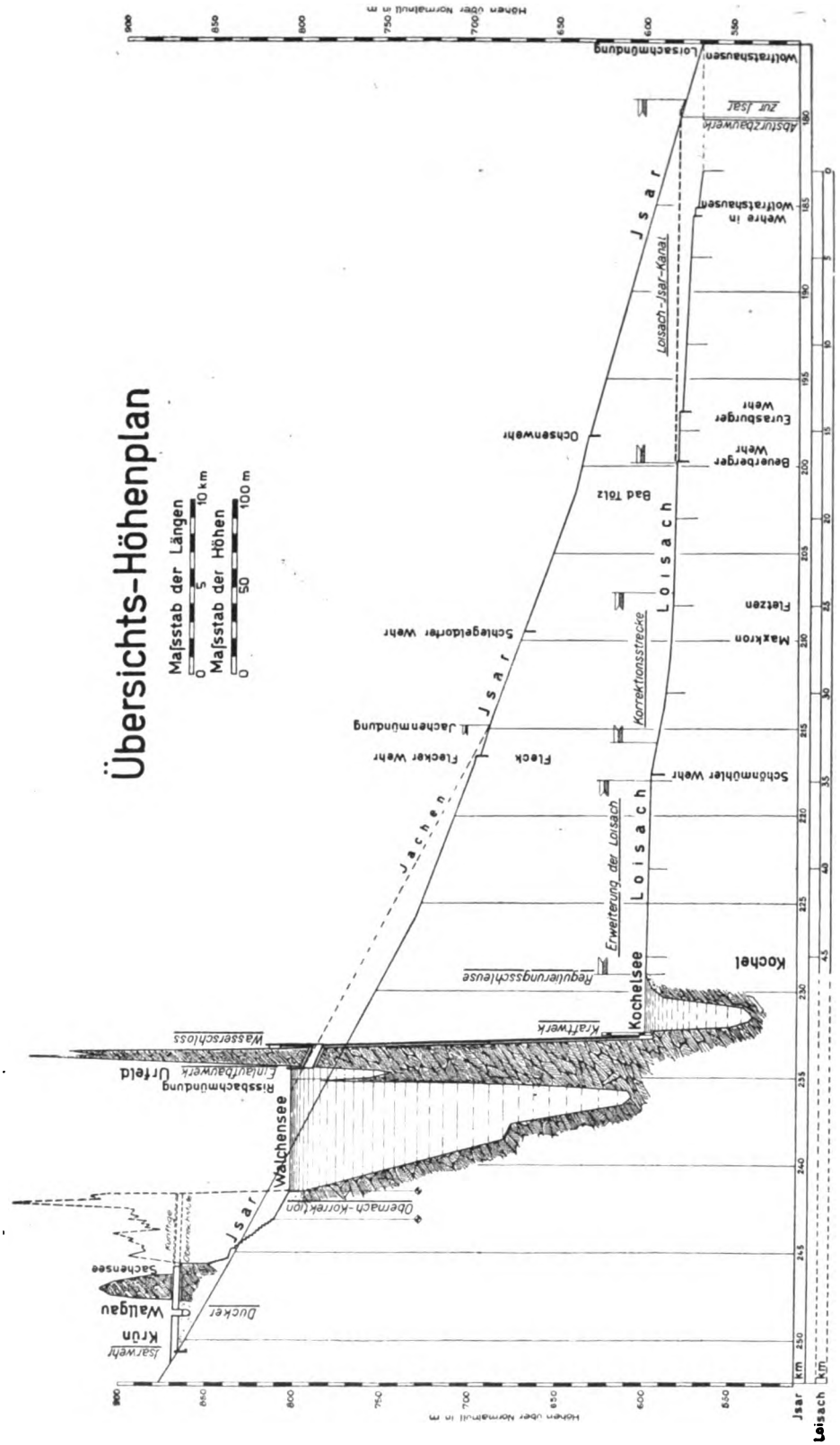


Abb. 2. Uebersichts-Höhenplan des Walchenseekraftwerkes.

Digitized by Google

Die Wehranlage in Krünn (Abb. 3) besteht aus einem 4 m breiten Grundablaß mit zweiteiliger Schütze, einer 10 m weiten Hochwasserschleuse mit Walzenverschluß und einem festen Ueberfall von 43 m. Die Fortsetzung bis zum rechten Ufer bildet ein 6 m hoher, 180 m langer Abschlußdamm. Die Stauhöhe des Wehres beträgt 4 m. Der Stausee besitzt eine Fläche von 0,2 qkm = 20 ha. Grundablaß und Hochwasserschleuse sind im Stande, die 160 cbm/Sek. bisher beobachtete höchste Wassermenge abzuführen, ohne Ueberflutung des festen Wehrkörpers.

Unmittelbar an das Wehr stromaufwärts auf der linken Seite schließt das Einlaufbauwerk mit 6 Oeffnungen an; durch dieses strömt das Wasser in ein größeres Klärbecken und durch eine Regulierungsschleuse in den eigentlichen Kanal.

Der 3 km lange Kanal mit einem Sohlengefälle von 0,3‰ folgt der Hochufer-Terrasse bei Krünn, durchschneidet das Gelände zwischen den Ortschaften Krünn und

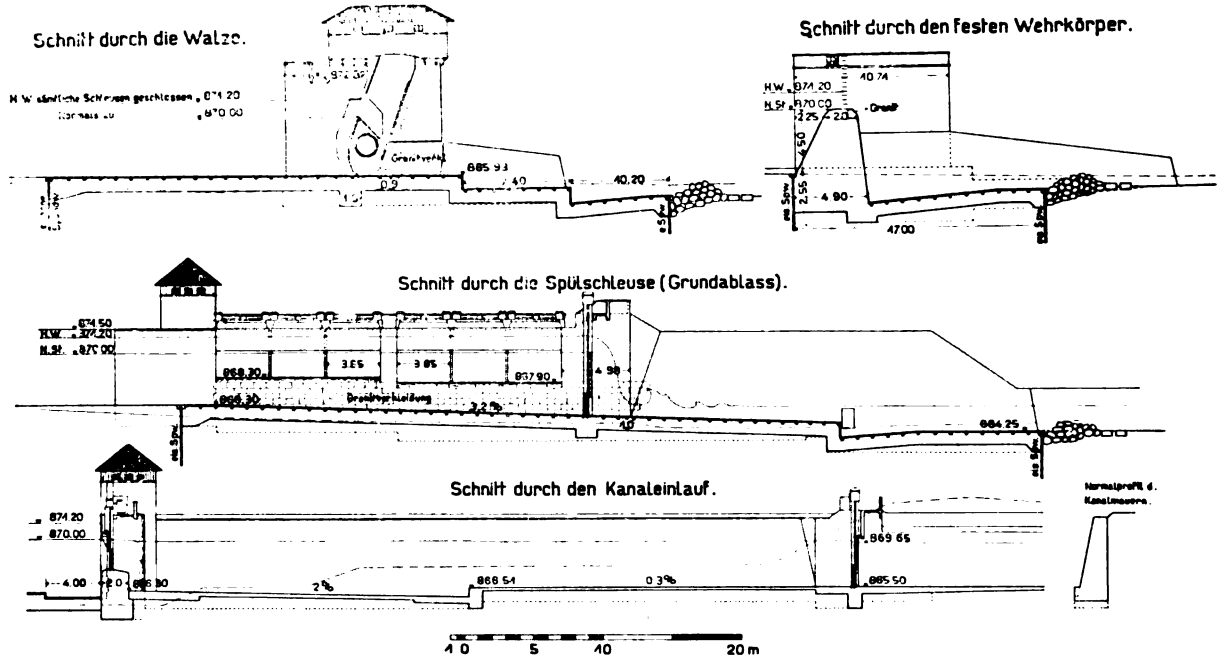


Abb. 3. Wehranlage bei Krünn.

Wallgau, den Finzbach und die Staatsstraße „München—Mittenwald" mittels eines Dükers unterfahrend. Bei Wallgau tritt das Wasser in einen 1½ km langen Stollen ein, der den im Norden vorgelagerten Höhenrücken durchquert und in den kleinen Sachensee mündet.

Der 140 m lange Düker ist in einem rechteckigen Querschnitt von 2,80 m Höhe und 4 m Breite in Eisenbeton ausgeführt. Der zwischen Wallgau und Sachensee gelegene Stollen hat bei 3,80 m Höhe und 4 m Breite parabolische Form und ein Sohlengefälle von 0,9‰.

Der Sachensee ist durch ein Stauwerk mit Ueberfall gegen das Obernachtal hin abgeschlossen. Vom Sachensee aus gelangt das Wasser durch eine Felsschlucht in ein künstliches, mit Sperrenbauten versehenes Gerinne und zur Obernach, dem eigentlichen Zufluß des Walchensees.

Die Hauptanlagen des Walchenseewerkes, Einlaufbauwerk bei Urfeld mit Druckstollen, Wasserschloß, Rohrbahn, Krafthaus und Transformatorenhaus liegen zwischen Walchensee und Kochelsee.

Das Einlaufbauwerk mit Feinrechen bei Urfeld ist 12 m breit und am Stolleneinlauf 14 m tief. Zum Abschluß des Stollens sind zwei eiserne Rollschützen in hintereinanderliegenden Schächten eingebaut.

Der 1200 m lange Kesselberg-Stollen besitzt 3‰ Gefälle und ist als Druckstollen mit einem kreisrunden Profil von 4,8 m Durchmesser ausgebildet.

Das Wasserschloß, ein rechteckiger Behälter von rund 450 qm Bodenfläche und 36 m Gesamthöhe, vermag 10 000 cbm Wasser aufzunehmen. Die das Wasserschloß an der Luftseite abschließende Staumauer ist 22 m hoch, besitzt eine Fundamentbreite von 16 m und eine Kronenbreite von 5 m.

An der tiefsten Stelle der Westwand schließt ein Entleerungsstollen von 3 qm Fläche und 180 m Länge an.

Dem Wasserschloß (Abb. 4) vorgebaut ist das Apparatehaus, 17 m breit und 12 m hoch. Es enthält für jeden Rohrstrang einen doppelten Drosselklappen-Verschluß und auf der Westseite das Windwerk für die neben der Rohrbahn befindliche Seilbahn.

Vom Apparatehaus führen 6 Druckrohrleitungen von 2,25 m ⌀ zum Krafthaus.

Am Fuße des Berghanges, parallel zur Rohrbahn, steht das Krafthaus (Abb. 5); parallel zum Krafthaus, getrennt durch einen 20 m breiten Hofraum, das Schalthaus.

Der Hofraum ist gegen Norden und Süden durch Verbindungsbauten abgeschlossen.

Der unter dem Maschinenhaus in dessen Längsrichtung sich hinziehende Turbinenkanal steht mit dem Kochelsee durch einen zirka 500 m langen Unterwasserkanal in Verbindung, der mit seiner 6 m breiten Sohle an tiefster Stelle 14 m unter dem Gelände liegt und eine obere größte Breite von 50 m besitzt.

Zur Aufnahme des durch den Betrieb des Walchenseewerkes dem Kochelsee und der Loisach künftig zugeleiteten Mehrwassers, wird letztere durch Baggerungen und Korrektionsmaßnahmen entsprechend angepaßt; von Beuerberg ab wird der Mehrabfluß in einem eigenen Kanalgerinne der Isar wieder zugeführt.

Geologische Verhältnisse[1]).

Am Aufbau der für die Werksanlagen wichtigen Gebietsteile nehmen außer den geologisch jüngsten Bildungen der Eiszeit (Diluvium) und der Nacheiszeit (Alluvium) nur Schichten des geologischen Mittelalters und zwar nur Schichten der Triasformation teil.

Das verbreitetste Gestein des ganzen Gebiets ist der Hauptdolomit. Aus ihm bestehen in der Hauptsache die Kämme des Herzogstand-Heimgarten, der Paß des Kessel-

[1]) Nach Dr. Knauter, geologische Verhältnisse und Aufschlüsse des Walchenseewerkes.

Digitized by Google

berges und der Jochberg, ferner hat er Anteil am Aufbau des ganzen südlich davon gelegenen Gebietes bis zum Isartal und weit in das Karwendelgebirge hinein.

Der Hauptdolomit geht in seinen obersten Lagen in die nächst jüngere Formationsstufe, in das Rhät über. Dieses besteht zu unterst aus Plattenkalk.

Das weite Talbecken der Isar zwischen Mittenwald und Wallgau ist erfüllt von mächtigen Ablagerungen des Diluviums.

Der Wallgauer Stollen liegt von Süden her in Rauhwacke, die Hauptstrecke verläuft im Dolomit.

An den Ufern des Walchensees finden sich nacheiszeitliche Schotterkegel, auf denen die meisten der Ansiedelungen gelegen sind.

Der Kesselbergstollen zeigte vom nördlichen Stollenmundloch beginnend zunächst eine Plattenkalkzone, darauf folgte Hauptdolomit bis zum südlichen Stollenportal. Der Hauptdolomit war durch eine Anhydritzone unterbrochen.

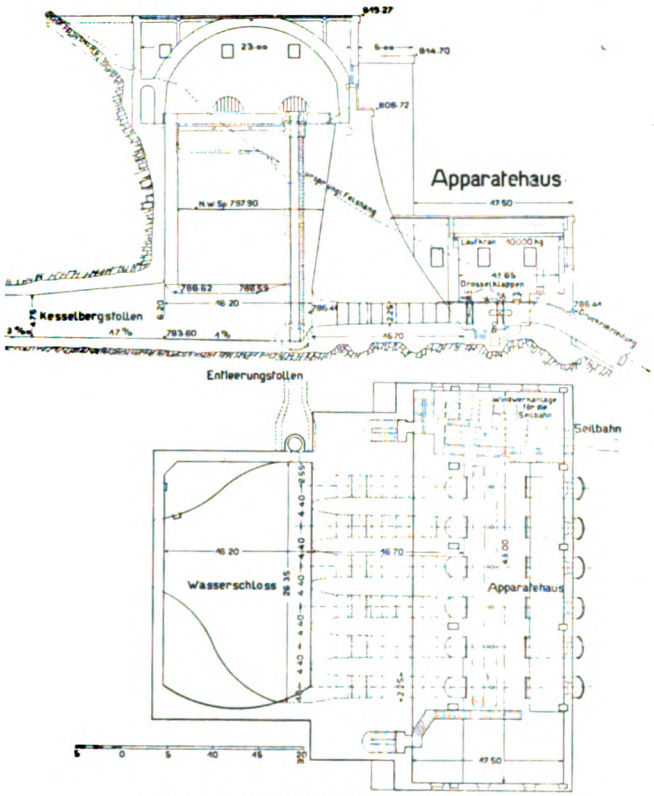


Abb. 4. Wasserschloß und Apparatenhaus.

Als Erklärung für das Vorkommen des Anhydritlagers im Kesselberg wird von geologischer Seite die gegeben, daß es wahrscheinlich ursprünglich als Gips abgesetzt wurde; durch die Erhöhung des Druckes und der Temperatur infolge weiterer Schichtenauflagerung und besonders infolge der Gebirgsbildung wurde dann der Gips in Anhydrit verwandelt und blieb als solcher im Innern des Gebirges durch wasserdichten Abschluß erhalten.

Am Wasserschloß und an der Rohrbahn wurde Plattenkalk aufgeschlossen und zeigte namentlich an dem von der Ueberlagerung freigelegten Steilhang der letzteren hervorragend schöne Schichtenfaltungen.

Das Kraftwerk selbst und der Unterwasserkanal liegen auf einem alluvialen Schotterkegel.

Die Entstehung des Walchensees und Kochelsees wird auf tektonische Störungen im Gebirge zurückgeführt.

Der nördliche Teil des Kochelseebeckens, das früher bis Schönmühle reichte, liegt im Flyschgebiet, an welches sich im Norden noch ein schmaler Streifen von westalpiner Kreide legt.

Das Kochelseebecken ist zum größten Teil versandet und zwar durch Vermoorung von Norden her und durch Schuttkegelanhäufungen der Bäche am Ostufer.

Bei Schönmühle bricht die Loisach durch die ältere Molasse. Nach dem Durchbruch verläuft sie ebenso wie die Kanalstrecke fast ausschließlich in alluvialen (nacheiszeitlichen) und diluvialen (eiszeitlichen) Ablagerungen, das sind also Torfbildungen, Bändertone (Seeschlick), Moränen und Flußschotter. Nur an einzelnen Stellen tritt die jüngere Molasse, bekannt unter dem Namen Flinz an die Oberfläche.

Bauplatzeinrichtung.

Die Bauplatzeinrichtung bot bei den Baustellen am Wehr und am Ueberleitungskanal, sowie an der Loisach und am Loisach—Isarkanal keine Schwierigkeiten.

Ungünstiger lagen die Verhältnisse bei den Hauptbaustellen in Altjoch (Abb. 6) und in Urfeld, wo die Ver-

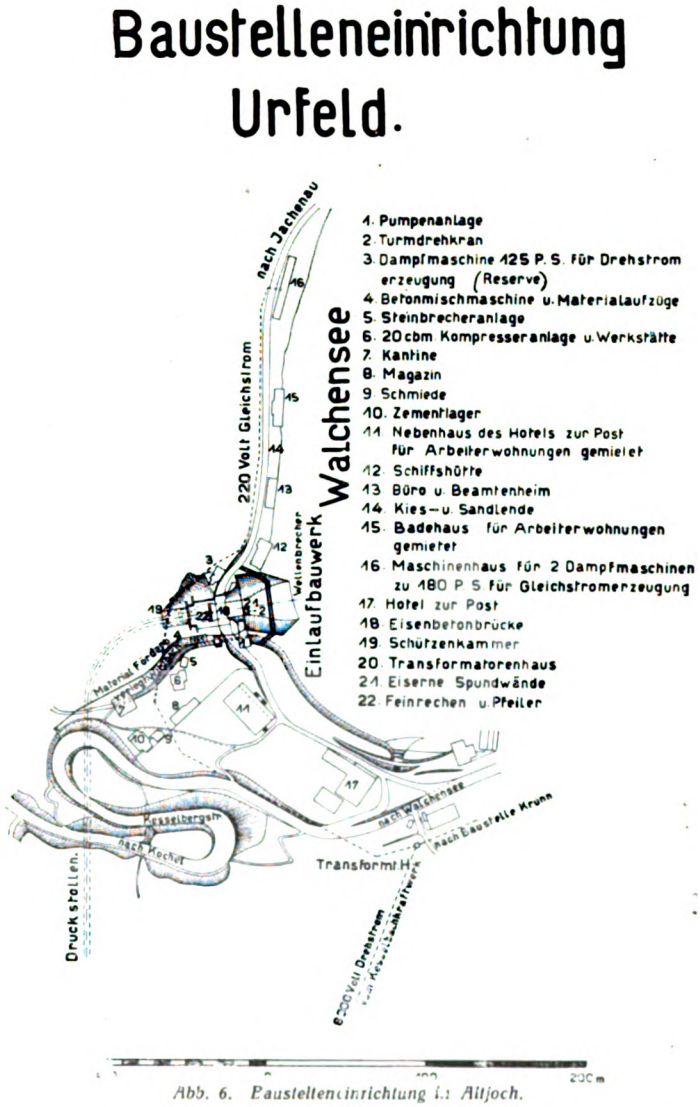


Abb. 6. Baustelleneinrichtung in Altjoch.

schiedenartigkeit der Baustellen, die noch dazu zum Teile am steilen Berghange bzw. im Berginnern lagen, umfassende Vorbereitungen erforderten.

Außerdem waren die zur Verfügung stehenden Plätze sehr beschränkt und mußten in Altjoch so eingeteilt werden, daß für die beiden in Frage kommenden Bauunternehmungen ein reibungsloser Betrieb nebeneinander gewährleistet wurde.

Digitized by Google

Zur Verbindung der 200 m höher gelegenen Baustellen im Stollen und am Wasserschloß mit den Lager- und Werkplätzen auf der sog. Jochwiese war es notwendig, mehrere Seilbahnen und Schrägaufzüge herzustellen, die nicht nur für den Transport sämtlicher Baumaterialien, sondern auch für die Montage der Einrichtungen des Apparatehauses und der ganzen Rohrbahn zu dienen hatten.

Es soll hier nur der westlich der Rohrbahn gelegenen Zwei-Schienen-Seilbahn Erwähnung getan werden, welcher besondere Bedeutung zukommt, weil sie nicht nur Bau- und Montagezwecken, sondern auch der Personenbeförderung dient. Sie ist deshalb auch mit besonderen Sicherheitsvorrichtungen ausgerüstet.

Die westlich der Rohrbahn angeordnete Seilbahn ist eine Schienenbahn.

Die Achse dieser Bahn läuft im Abstand von 6,8 m parallel zum äußersten, westlichen Rohrstrang. Der Höhenunterschied zwischen dem unteren und oberen Arbeitsplatz beträgt rund 172 m, die wagerechte Entfernung der beiden Endpunkte rund 253 m. Der Verlauf des unteren Teiles des Längenprofiles bildet eine Kettenlinie, durch deren Konstruktion einmal an Mauerwerk gespart wurde, und gleichzeitig überall der gleiche Druck des Zugseiles auf die Tragrollen ermöglicht wird. Die größte Neigung am oberen Ende der Kettenlinie ist 84% = rund 38°. An die Kettenlinie schließt sich eine Parabel an, die die Ueberführung von der Kettenlinie in die gerade Linie des obersten Teiles der Strecke bildet.

Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit und zur Verringerung des Kraftbedarfes ist ein Pendelverkehr mit 2 Wagen vorgesehen, von denen der eine aufwärts, der andere abwärts sich bewegt. In der Mitte ist eine Weiche angeordnet. Die Spurweite der Bahn beträgt 1 m.

Der Antrieb erfolgt durch ein elektrisches Windwerk am oberen Ende der Bahn. Die Schienen sind gewöhnliche Vignolschienen. Die Schwellen bestehen aus ungleichschenkeligen Winkeleisen, die mit einem Schenkel in die obere Betonschicht des Bahnkörpers eingelassen sind. Jede dritte Schwelle ist in den Bahnkörper verankert.

Das Zugseil ruht in der geraden Strecke auf gußeisernen, senkrecht gelagerten Tragrollen, in den Kurven auf entsprechend schräg gesetzten Kurvenrollen.

Das Windwerk in der oberen Station ist ein Seilscheibenwindwerk. Um eine dreirillige Hauptseilscheibe und eine dreirillige, vorgelegte Seilscheibe des Windwerkes schlingt sich das Zugseil, um die nötige Reibung zu erzeugen, in doppelter Achterform. Die Uebertragung bis zur Antriebscheibe erfolgt durch 2 Zahnrädervorgelege und von der Motorwelle aus durch Riemenantrieb.

Auf der zweiten Vorgelegewelle sitzen 2 Bremsen, und zwar eine Hand- und eine selbsttätige Bremse. Die Bremsen sind als Klotzbremsen ausgebildet. Zum gewöhnlichen Betrieb dient die Handbremse.

Die selbsttätige Bremse wird eingeschaltet:

1. Wenn sich die normale Höchstgeschwindigkeit um 20% erhöht;
2. wenn die Endstellung des Wagens durch Unaufmerksamkeit des Wärters um ein gewisses Stück überfahren wird;
3. wenn das Zugseil reißt;
4. wenn der eine oder andere der beiden Wagenführer durch Betätigung der Bremsen das Stillsetzen der Bahn wünscht;
5. bei Versagen der Handbremse, indem der Maschinenwärter die selbsttätige Bremse durch Betätigung eines Handhebels auslöst.

Das Windwerk wird durch einen Drehstrommotor von 33 PS angetrieben. Die Fahrgeschwindigkeit bei Rohrtransport beträgt 0,5 m/Sek.

Bei Beförderung von Baumaterialien oder später für den reinen Personenverkehr wird durch Austausch der beiden Riemenscheiben die Fahrgeschwindigkeit auf 1 m/Sek. erhöht.

Das Hauptmerkmal der Anlage ist die Anordnung des sog. Fangseiles, an welches sich die Wagen bei eventuellem Zugseilbruch festklemmen.

Das Fangseil ist ein endloses Seil, das in der oberen Station in mehreren Windungen um eine Trommel geht und am unteren Ende der Bahn um eine Spannscheibe geführt und durch eine Spindel angespannt wird.

Unter den beiden Wagen wird das Fangseil durch Rollen so geführt, daß es durch die geöffneten Bremsbacken der selbsttätigen und Handbremse der Wagen geht, ohne die Backen zu berühren.

Im Betriebe bewegt sich das Fangseil nicht, es ist aber lose angeordnet. Bei Zugseilbruch, oder aber wenn der eine oder andere der beiden Wagenführer in Fällen von Gefahr die selbsttätige oder die Handbremse seines Wagens betätigt, klemmt sich der betreffende Wagen an das Fangseil und bewegt dasselbe mit. Durch diese Bewegung des Fangseiles wird zunächst die Bremse des Fangseilwindwerkes ausgelöst und hierdurch das Fangseil und mit ihm die Wagen zum Stillstand gebracht. Gleichzeitig wird aber auch die selbsttätige Bremse des Hauptwindwerkes ausgelöst und der elektrische Strom ausgeschaltet, sodaß also, sei es bei Zugseilbruch, sei es bei Betätigung der Wagenbremsen, die ganze Anlage stillgelegt wird.

Der Vorteil der Anordnung des Fangseiles gegenüber der Anordnung von Schienenbremsen besteht darin, daß die Wagen ohne Stoß abgebremst werden, sodaß also Material und Personen durch die starke Verzögerung, wie sie bei Schienenbremsung auftritt, nicht vom Wagen geschleudert werden können und daß eine Ueberlastung des ganzen Windwerkes, wie sie bei Schienenbremsung auftritt, vermieden wird.

Da die Kräfte, die durch das Auffangen der Wagen entstehen, durch das Fangseil auf das Fundament des Fangseilwindwerkes der oberen Station übertragen werden, so kann der Ober- und Unterbau leicht ausgeführt werden. Bei der Schienenbremsung muß von einer Neigung von 30% ab der ganze Bahnkörper in Mauerwerk ausgeführt werden, während bei Anordnung des Fangseiles der Unter- und Oberbau, wie bei einer gewöhnlichen Eisenbahn hergestellt werden kann. Nur müssen alsdann in Abständen von ca. 80—100 m die Schienen auf Betonklötzen verankert werden, um das Wandern zu verhindern.

Bei der vorliegenden Bahn des Walchenseekraftwerkes konnte von diesem Vorteil kein Gebrauch gemacht werden, weil sowohl das Abladen der Rohre auf der Strecke, als auch der über den Böschungswinkel hinausgehende Neigungswinkel des Bahnkörpers von 40°, die Anordnung eines Erddammes nicht zuließen.

Zum Transport der Rohre und Kniee dient ein besonderer Rohrwagen. Derselbe besteht aus einem Hauptwagen und einem Anhängewagen. Zur Lagerung der Rohre auf dem Wagen dienen die Rohrsättel, von denen einer auf dem Hauptwagen und der andere auf dem Beiwagen sitzt. Sie sind so einstellbar angeordnet, daß mit beiden Wagen vertikale und horizontale Kurven befahren werden können, ohne daß die Gefahr der Entgleisung besteht. Um das Abrutschen der Rohre von dem Rohrwagen zu verhindern, sind sie durch mehrere Seile, die am Hauptwagen befestigt sind, abgefangen.

Der Hauptwagen besteht aus einem eisernen Rahmen, der sich auf zwei Radsätze stützt. Die Räder auf der einen Seite des Gleises haben doppelten Spurkranz, während die auf der anderen glatte Laufflächen haben, um mit dieser die Ausweiche befahren zu können.

Als Gegenwagen dient ein Plattformwagen, der in seinem unteren Teil genau wie der Rohrwagen ausgebildet ist, auf dessen Rahmen jedoch eine abnehmbare Plattform vorgesehen ist. Diese Plattform dient zur Aufnahme des Gegengewichtes, welches in der Regel durch 2 auf Schienen stehende beladene Muldenkipper und sonstiges Baumaterial gebildet wird.

Sehr wichtig für die umfangreichen Felsarbeiten für Rohrbahn, Wasserschloß und Stollen und für die Steinbruchbetriebe war die Beschaffung der erforderlichen Druckluft, die ausgedehnte Anlagen notwendig machte.

Die Kraft für die Drucklufterzeugung, dann für die

Digitized by Google

Werkstättenbetriebe, für maschinellen Antrieb und für die Beleuchtung war so ins Auge zu fassen, daß deren Erweiterung nach Bedarf jederzeit möglich war. So entschloß man sich unmittelbar nach Baubeginn die Kesselbachfälle auszunützen und dem Baubetrieb dienstbar zu machen. Bei einem Nutzgefälle von rund 100 m lieferte die Anlage zirka 300 PS und war für den ersten Bedarf ausreichend.

Die einzelnen Unternehmer sahen sich jedoch schon sehr bald veranlaßt, auf Einrichtung eigener Zentralen bedacht zu sein, um die immer größer werdenden Kraftanforderungen befriedigen zu können.

Die dauernde Wasserhaltung in Urfeld machte schließlich noch die Aufstellung zweier größerer Dampfreserven in Altjoch und auf der Jochwiese erforderlich.

Insgesamt waren auf den Baustellen Altjoch und Urfeld 1300 PS installiert.

Auf Einzelheiten der Bauplatzeinrichtungen werde ich nach Bedarf bei den Bauanlagen selbst eingehen.

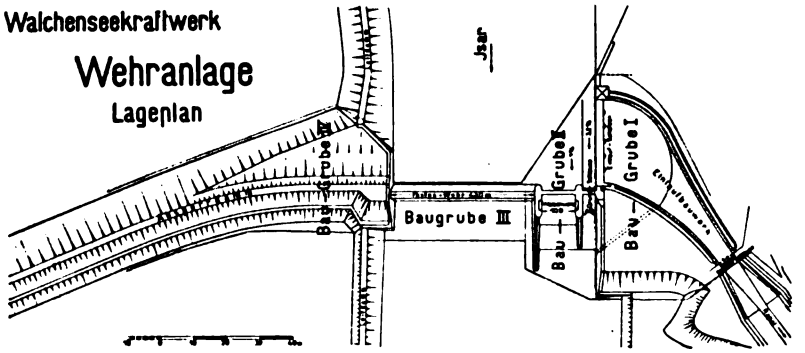


Abb. 7. Wehranlage bei Krünn.

Baugruppe I:
Isarwehr.

Die Arbeiten für die Wehranlage in Krünn wurden im Sommer 1919 in Angriff genommen und erstreckten sich über zwei Baujahre. Sie nahmen einen planmäßigen Fortgang und wurden durch Hochwasser und sonstige Einflüsse wenig gestört.

Bei Beginn der Bauarbeiten lag die Isar auf der linken Flußseite. Sie wurde durch einen schief zur Flußrichtung 50 m oberhalb der Wehrstelle eingebauten Fangdamm nach rechts abgedrängt. Durch weiter oberhalb eingebaute Abweisgehänge bildete sich schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit die Hauptrinne dergestalt aus, daß das Hauptwasser der Isar ungefähr in der Mitte des rechtsseitigen Absperrdammes zum Abfluß kam.

Das eigentliche Wehr (Abb. 7) wurde oberstrom von einer 4,5 m und unterstrom von einer 6 m tief gerammten eisernen Larsenwand umschlossen, die am linken Ufer zirka 12—15 m tief in das Gelände einbindet. Auf der rechten Seite fand die obere Spundwand ihre Fortsetzung in der eisernen Spundwand, die in der Mitte des Abschlußdammes eingebaut wurde. Die untere Spundwand wurde rechtsseitig auf die Länge des Flügels in den Abschlußbau eingebunden.

Unter dem Schutze dieser Spundwände wurden die Fundamente und zwar in vier Teilen erstellt, begonnen wurde auf der linken Flußseite.

Die Baugrube 1 umfaßte das Einlaufbecken mit der Regulierungsschleuse und die sechs Einlaufschleusen mit den anschließenden Ufermauern (Abb. 8).

In der Baugrube 2 wurden hergestellt: die Kiesschleuse, die Walzenwehröffnung und ein kurzes Wehrstück mit Vorboden und Sturzboden.

In der Baugrube 3 kam das feste Wehr mit Sturzboden zur Ausführung. Diese Baugrube wurde in vier Abteilungen mit je 10 m Breite mittels hölzerner Bohlenwände unterteilt.

Die Baugrube 4 umschloß den Anschlußflügel am rechtsseitigen Absperrdamm.

Für die Baugrube 1 war eine Wasserhaltung nicht erforderlich, da die Fundamentsohle zirka 2,5 m über der Isarsohle lag.

In den Baugruben 2, 3 und 4 konnte der Wasserzufluß von zirka 5 cbm/Min. ohne Schwierigkeit bewältigt werden.

Die Gründung des festen Wehrkörpers und der beiderseitigen Ufermauern mit Flügeln erfolgte auf festgelagertem Kies. Die beiden Flußpfeiler wurden, weil an dieser Stelle die Isarrinne gelegen hatte und der Untergrund auf größere Tiefe aus lockerem Geschiebe bestand, zur Sicherheit mit Pfahlbürsten versehen.

Alle Mauerwerksteile wurden in Stampfbeton hergestellt; das aufgehende Mauerwerk erhielt, soweit es der abschleifenden Wirkung des Geschiebes ausgesetzt ist, eine Verkleidung mit Granitquadern. Die Ueberfallkronen der Einläufe sind mit Klinkern abgedeckt.

Die Herstellung der Holzbedielung auf dem Betonkörper des Sturzbodens erfolgte in der Weise, daß die konisch zugeschnittenen Kanthölzer in den Betonboden eingelassen und auf diese die auswechselbaren Dielen aufgenagelt wurden.

Zum Schutze gegen Auskolkung wurden längs des festen Wehres und der beiden Wehröffnungen anschließend an den Sturzboden kräftige Steinwürfe eingebracht.

Im Anschluß an die Fertigstellung der Baugrube 4 wurde von der rechten Uferseite her unter Belassung einer Durchflußöffnung von 15 m für die Isar mit der Schüttung des zirka 15 000 cbm fassenden Absperrdammes begonnen, nachdem vorher in der Dammachse eine eiserne, 6 m lange Larsenwand zur Abdichtung des Untergrundes und Stützung des Dammkörpers zirka 4 m tief eingerammt worden war.

Die Möglichkeit, die Durchflußöffnung zu schließen und zuzuschütten, war erst gegeben, als die Isar nach erfolgter Montage des Walzenwehres und der Grundschleuse nach dieser Seite abgeleitet werden konnte.

Nach Fertigstellung des Abschlußdammes kam der rechts-

Abb. 8. Einlaufbauwerk bei Krünn.

Digitized by Google

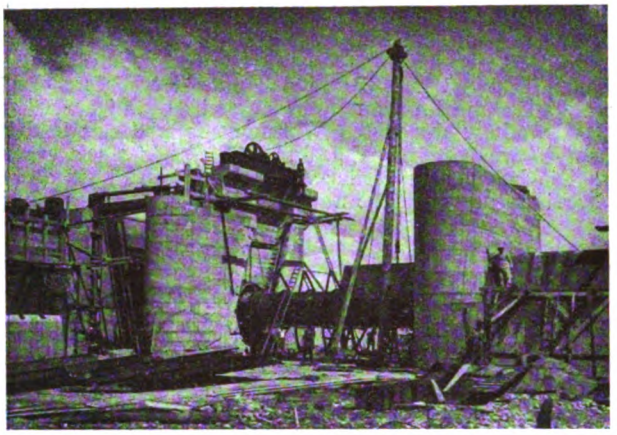


Abb. 9. Montage der Walze.

seitige Leitdamm zur Ausführung, der zirka 600 m oberhalb der Wehrstelle an das Hochufer anschließt.

Das unterstrom anschließende Leitwerk, das in Uferhöhe liegt, besteht wie der obere Leitdamm aus einem Kieskern mit Betonböschungen und Betonkrone.

Der aus den Baugruben anfallende Kies und Sand war seiner Zusammensetzung und Beschaffenheit nach ohne weiteres als Betonzuschlagsmaterial geeignet.

Das Mischungsverhältnis des Betons für alle Mauerwerkteile, Fundamente und aufgehendes Mauerwerk war 1 : 12 mit Ausnahme des unter Wasser betonierten Teiles des Wehres, der im Mischungsverhältnis 1:3:6 ausgeführt wurde. Beim festen Wehrkörper wurde zur Erzielung einer größeren Dichtigkeit des Mauerwerkes Traß im Mischungsverhältnis 1:0,25 dem Zement beigegeben.

Zur weiteren Abdichtung erhielt der feste Wehrkörper einen Zementglattstrich.

Sämtliche Schützentafeln sind wegen der leichteren Regulierbarkeit und der besseren Abführung von Eis und Treibzeug zweiteilig ausgeführt.

Die Walze (Abb. 9) besteht aus einem genieteten Blechzylinder als Hauptträger mit einem aus Winkeleisen hergestellten Schild, der beiderseits mit Holzdielen abgedeckt ist. Die Bedienung der Schützen und der Walze kann mit Hand und mit Motorantrieb betätigt werden.

Die Stromzuführung bis zum Transformatorenhäuschen geschieht mit einer 6000-Voltleitung, die vom Kesselbachwerk gespeist wird. Das Heben der Walze mit Motorantrieb kann in 20 Minuten erfolgen, bei Handantrieb und vier Mann Bedienung sind zirka drei Stunden erforderlich (Abb. 10 und 11).

Ueberleitungs-Kanal.

Beim Ueberleitungskanal (Abb. 12) ist die 8—10 m hohe Dammschüttung auf eine Länge von 700 m längs des Hochufers bei Krünn erwähnenswert.

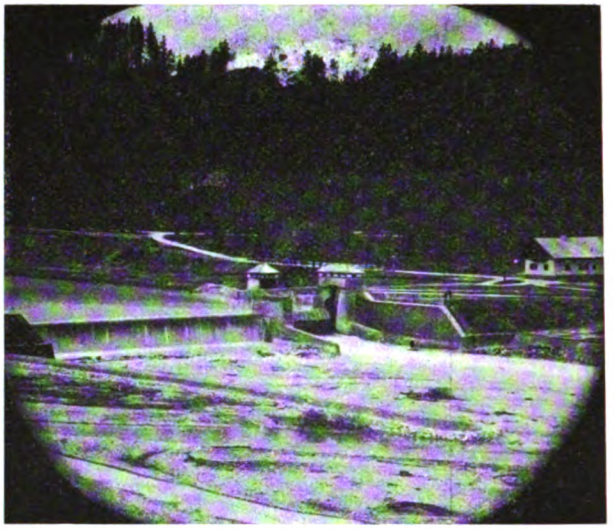


Abb. 10. Fertiges Wehr von Unterstrom.

Der stützende Teil, die Hauptmasse des Dammes, wurde aus kiesigem, sandigem Material geschüttet, welches den Vorteil bietet, daß dadurch die unschädliche Abführung etwa durch die Dichtungsschicht austretenden Kanalwassers gesichert ist. Die Aufschüttung erfolgte in Schichten von 80 cm bis 1 m. Die einzelnen Schichten wurden zum Teil mit einer Walze, zum Teil durch Stampfen gefestigt. In die Unterlage des Dammfußes und in die linksseitige hohe steile Böschung wurden zahnförmig einige Rillen von 1 m Tiefe eingelegt, um eine innige Verbindung mit dem gewachsenen Boden zu schaffen. Da der Steilhang keinerlei Grundwasseraustritt zeigte, waren Entwässerungsmaßnahmen nicht veranlaßt.

Die Ausführung der Betonschale in dieser Dammstrecke erfolgte erst im letzten Baujahr, nachdem der Damm während drei Winter im Rauhen liegen geblieben war. Man wollte dadurch erreichen, daß Setzungen nach der Kanalfüllung auf ein Mindestmaß beschränkt und Beschädigungen der Betonschale durch Risse so gut wie ausgeschlossen blieben.

Das Material zur Herstellung des Betons wurde als gute natürliche Kiessandmischung aus dem Einschnitt gewonnen. Um Temperaturrisse zu vermeiden, wurden quer zum Kanal führende Dehnungsfugen in einer Entfernung von 5 m angeordnet, die in einfachster Weise durch Einlegen von Holzlatten, die einbetoniert wurden, erzielt wurden. Später ging man dazu über, die Betonschale in einzelnen Feldern wechselweise zu betonieren und zwar zunächst im Böschungsbelag. Auf diese Weise waren zwischen den einzelnen Betonkörpern lediglich Arbeitsfugen vorhanden. Am Schlusse wurde dann die Sohle eingebracht.

Die Betonierung des Kanals erfolgte im Mischungsver-

Abb. 11. Fertige Wehranlage in Krünn mit Einlaufbecken und Stausee.

Digitized by Google

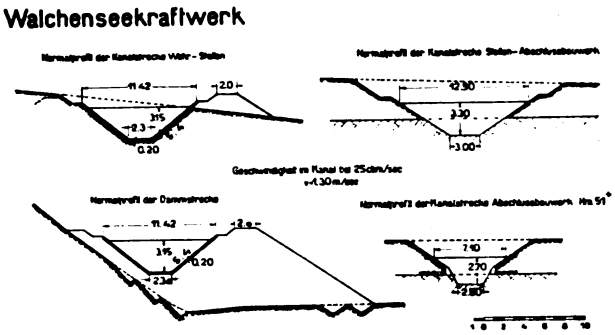


Abb. 12. Querprofile des Ueberleitungs-Kanals.

hältnis 1:12 mit 2 cm starkem Zementmörtelputz 1:3. Nach dreijährigem Bestande haben sich bis jetzt noch keinerlei Schäden gezeigt, trotz Temperaturschwankungen von 25° Kälte und 30° Wärme.

Die Ausführung des Dükers (Abb. 13 und 14) durch den Finzbach und unter der Staatsstraße hindurch brachte keine Ueberraschungen. Dieselbe erfolgte in Eisenbeton in offener Baugrube, die Innenflächen wurden geputzt und zweimal mit Inertol gestrichen (Abb. 15).

Stollen Wallgau—Sachensee.

Der Stollen Wallgau—Sachensee (Abb. 16) ist ein druckloser Kanalstollen, d. h. ein Freispiegelstollen, dessen Wasserspiegel bei höchster Wasserführung zirka 50 cm unter Stollenscheitel liegt.

Er wurde von zwei Seiten gleichzeitig in Angriff genommen, der Südstollen bei Wallgau, der Nordstollen am Sachensee. Die gesamte Ausbruchfläche betrug 16,3 qm. Gearbeitet wurde in drei Schichten zu je 7 Stunden. Im Südstollen erfolgte der Vortrieb stufenweise (Abb. 17) in einem 4—6 m langen Firststollen mit 7 qm Fläche. Der Vollausbruch folgte unmittelbar. Der Firststollen wurde wegen des an der Stollenbrust sich ansammelnden Wassers als zweckmäßig erachtet.

Im Nordstollen erfolgte der Vortrieb mittels eines Sohlstollens von 7 qm Fläche, dem der Vollausbruch in etwa 10 m Entfernung folgte. Der Sohlstollen wurde hier deshalb bevorzugt, weil die Entwässerung von der Brust gegen den Stollen hin erfolgen konnte. In der Regel wurden von den drei Arbeitsschichten zwei für Richtstollen und eine für Vollausbruch verwendet.

Die Bohrung im Stollen erfolgte durchwegs mit Druckluft, die in einem am Süd- und Nordportal aufgestellten

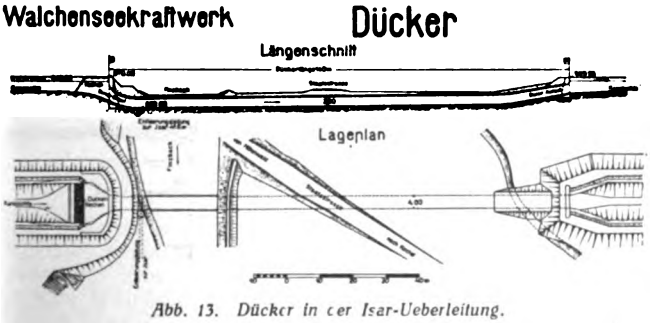


Abb. 13. Dücker in der Isar-Ueberleitung.

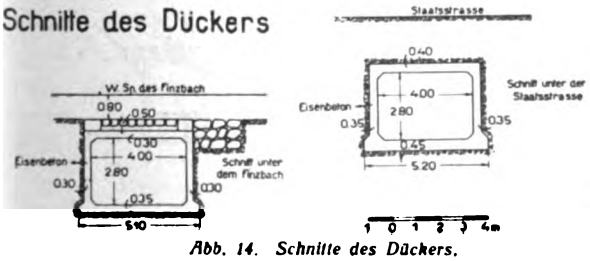


Abb. 14. Schnitte des Dückers.

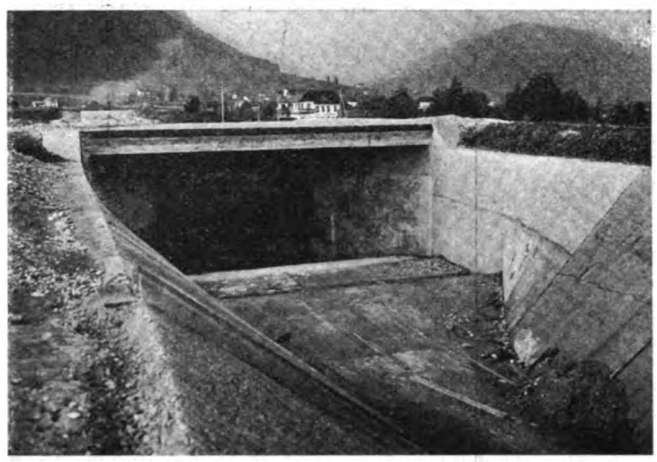


Abb. 15. Dücker-Einlauf.

Flottmann-Kompressor mit je 5 cbm/Min. angesaugter Luftmenge bei 7 Atm. und 33 PS Kraftleistung erzeugt wurde.

Als Kraftquellen dienten zunächst Lokomobilen, später elektrische Kraft, die aus dem Kesselbachwerk bei Kochel mittels einer Freileitung zugeführt wurde. An jedem Ort waren drei Flottmann-Bohrhämmer tätig, mit denen in jeder Schicht zirka 25 Bohrlöcher von rund 1,0 m mittl. Tiefe und 35 mm Bohrlochweite hergestellt wurden.

Die Sprengung erfolgte ausschließlich mittels Sicherheitssprengstoffe und zwar hauptsächlich mit Coronit und Donarit. Bei einer Gesamtausbruchmasse von 25 000 cbm wurden 55 Tonnen Sicherheitssprengstoff verbraucht, d. s. 2,2 kg/cbm.

Der Transport erfolgte im Südstollen mit Lokomotivbetrieb mittels eines langen Zugseiles, um im Innern des Stollens durch die Rauchentwicklung keine Schwierigkeiten zu schaffen.

Im Nordstollen wurden die Wagen in der im Gefälle liegenden Stollenstrecke mit Pferdezug zum Sachensee verbracht.

Der Fortschritt betrug im Durchschnitt an beiden Orten zusammen pro Tag 2,80 m.

Eine Zimmerung war nur an wenigen Stellen auf insgesamt 40 m im Südstollen und auf ungefähr 10 m im Nordstollen erforderlich.

Die Bewetterung, die bei richtiger Anordnung und zuverlässigem Funktionieren eine kostspielige Einrichtung darstellt, erreichte während der ganzen Bauzeit kein befriedigendes Stadium. Es wurden alle möglichen Versuche gemacht, jedoch blieben sie alle unvollkommen in ihrer Wirkung, so daß nicht selten zwischen den einzelnen Schichten größere Pausen für den Abzug der Sprenggase eingelegt werden mußten. Anfangs glaubte man mit der durch die Preßluftbohrung bewirkten Lufterzeugung auszukommen. Auch das Einblasen von Luft mit einem eigenen Kompressor im Südstollen stellte sich als unzu-

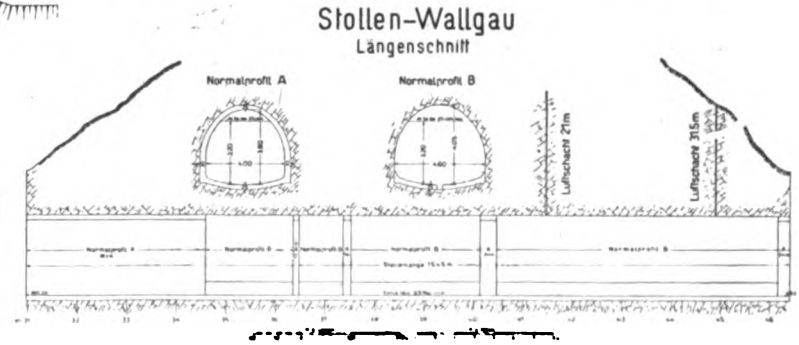


Abb. 16. Profil des Stollens Wallgau-Sachensee.

Digitized by Google

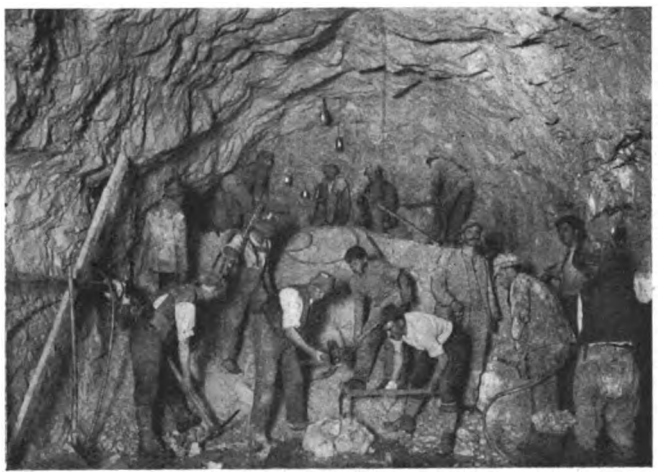


Abb. 17. Stollenvortrieb.

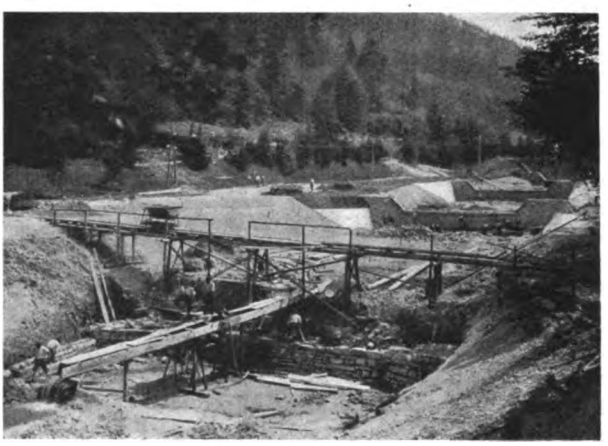


Abb. 19. Fertige Sperren.

länglich heraus. Im Nordstollen versuchte man der Schwierigkeiten mit zwei Luftschächten in einer Entfernung von 250 bzw. 470 m Entfernung vom Nordportal und mit 31 bzw. 36 m Höhe Herr zu werden. Jedoch auch die Wirkung dieser Abzugsschächte war ungenügend.

Eine besondere Wasserhaltung war nicht erforderlich. Stärkere Quellen wurden nur auf der Nordseite angeschnitten, die teilweise bei starken Regenfällen und Schneeschmelze zum vorübergehenden Einstellen der Arbeiten zwangen.

Eine Betonauskleidung war im Südstollen auf eine Länge von etwa 350 m im Uebergangsgestein notwendig, das zwar druckfest, aber nicht witterungsbeständig war. Der Betonmantel ist durchschnittlich 25 cm stark. Im festen Hauptdolomit begnügte man sich auf die Einbringung von Sohlenbeton.

Außerdem mußten einzelne schlechte Stellen in einer Gesamtlänge von 100 m in der Dolomitstrecke mit einer Betonschale versehen werden. Unausgekleidet blieben also rund 1095 m.

Die Betonarbeiten konnten, da es sich um einen Freispiegelstollen handelte, in der einfachsten Weise zur Ausführung gebracht werden. Die Betonschale wurde an den Seitenwänden beginnend, eingebracht und im Scheitel geschlossen. Die Sohle wurde am Schluß eingezogen. Von der Aufbringung eines Glattstriches wurde abgesehen; die im Stollenprofil nach dem Durchbruch zufließenden Gebirgswässer wurden in den Stollen eingeleitet. Von Zementeinpressungen hinter die Stollenwand wurde, da eine besondere Druckbeanspruchung nicht in Frage kommt, abgesehen.

Ein kurzer Uebergangskanal verbindet den Stollen mit dem Sachensee, der zur Gewinnung von Vorflut für die Arbeiten im Stollen abgesenkt werden mußte. Zu diesem Zwecke wurde der Seeabfluß, der im Felsen liegt, um 1,5 m vertieft. Mit großen Schwierigkeiten war die Herstellung des Ablaufgrabens durch das Seebecken verbunden. Infolge der durch die Absenkung eingetretenen Gleichgewichtsstörungen in dem schlammigen Seegrund traten Rutschungen ein, so daß die ausgehobene Rinne wiederholt zugelegt wurde. Die Herstellung dieses Ablaufgrabens wurde schließlich dadurch ermöglicht, daß ein Teil des Stollenausbruches im See versenkt und dadurch eine Befestigung des Untergrundes erreicht wurde.

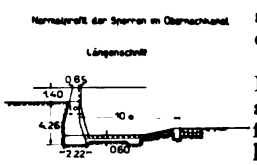


Abb. 18. Sperren im Obernachtal

Das Abschlußbauwerk steht auf Felsen und dient in der Hauptsache als Stauwerk zu dem Kanalanschluß für das später herzustellende Obernachkraftwerk. Außerdem sollen hier die letzten Reste von Sinkstoffen, die mit

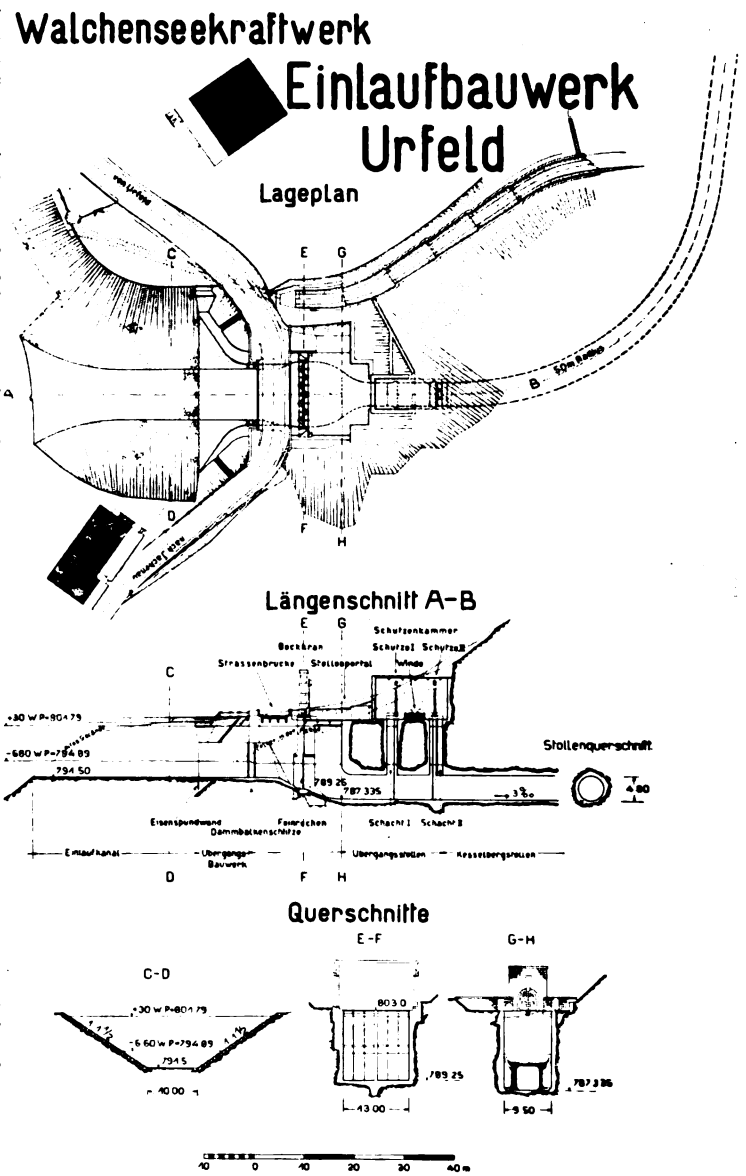


Abb. 20. Einlaufbauwerk bei Urfeld.

Digitized by Google

dem trüben Isarhochwasser übergeleitet werden, zurückgehalten werden.

Obernachkanal.

Unmittelbar hinter dem Abschlußbauwerk fällt das Wasser zirka 30 m hoch über die Sachenseeschlucht und tritt in das Obernachtal ein. Das Talgefälle in der Kanalstrecke bis zur Einmündung in die Obernach beträgt 10‰. Eingebaut wurden 11 Sperren (Abb. 18 und 19) mit einer Absturzhöhe zwischen 0,80 und 2,50 m. Das Kanalgerinne erhielt 15 m Sohlenbreite und zweimalige Böschungen. Die Sperrenhaltungen sind horizontal. Der Aufbau der Sperren erfolgte in Bruchsteinmauerwerk mit Betonfundament. Das 10 m lange Sturzbett ist, soweit nicht felsiger Untergrund vorhanden, in Beton und Bruchsteinpflaster in einer Gesamtstärke von 60 cm hergestellt.

Zur Aufrechterhaltung des Verkehrs über den Kanal zwischen Sachenseeschlucht und Obernach wurden zwei gewölbte Betonbrücken mit Bruchsteinverkleidung errichtet.

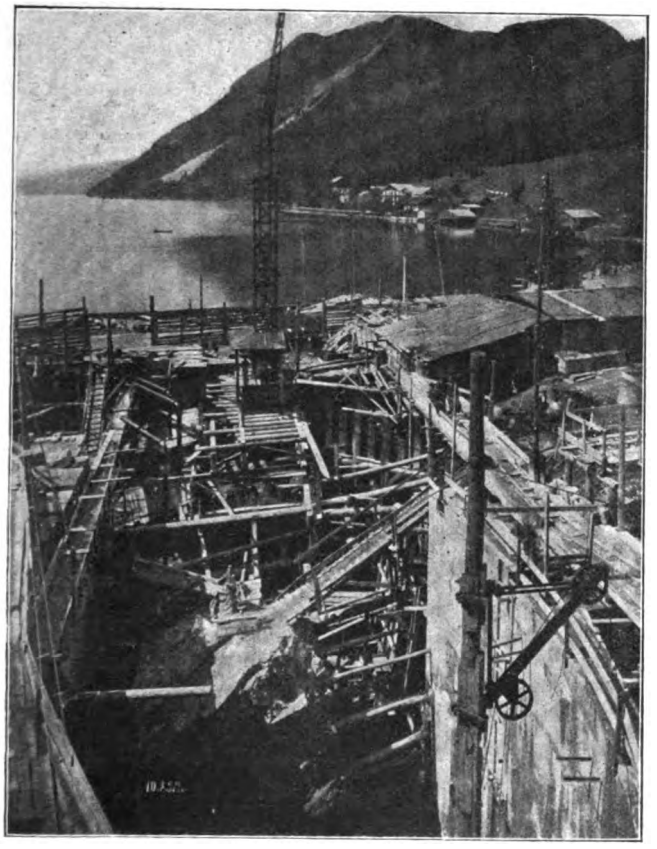


Abb. 21. Einlaufbauwerk, Baugrube.

In der Obernach selbst wurde zunächst von weiteren Korrektionsmaßnahmen abgesehen. Auch von der Ausführung des Absturzbauwerkes beim Einfluß der Obernach in den Walchensee wurde Abstand genommen.

Baugruppe II:

Einlaufbauwerk.

Die Bauausführung des Einlaufbauwerkes (Abb. 20) war wegen der großen Gründungstiefe und der unmittelbaren Seenähe wohl die schwierigste von allen Anlagen und läßt deutlich vier Bauabschnitte erkennen.

Der 1. Bauabschnitt begann Ende des Jahres 1918 mit den Erd- und Felsarbeiten für den Abtrag der über dem Walchenseespiegel liegenden Aushubmassen.

Infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse, Streiks und politischer Unruhen gingen die Arbeiten nur sehr langsam vonstatten; die weitere Aufschließung der Baugrube wurde durch das Druckwasser vom See her sehr behindert. Zur Erleichterung der Wasserhaltung und zum Schutze gegen Wellenschlag wurde am Seeufer ein doppelter, zirka 54 m langer Fangdamm aus drei 6 m tief gerammten Holzspundwänden errichtet und mit lehmhaltigem Material ausgefüllt.

Diese Baumaßnahme war jedoch ungenügend. Der immer größer werdende Wasserzufluß machte die engere Umschließung der Baugrube mit Eisenspundwänden dringend notwendig.

Unter dem Schutz dieser Spundwand, die bis unter die Fundamentsohle des Bauwerkes eingerammt wurde, konnte dann die Baugrube unter Wasserhaltung im Trocknen bis auf — 4,5 m W.P. ausgehoben werden.

Der große, mit fortschreitender Tiefe zunehmende Wasserandrang berechtigte zu der Annahme, daß die Wasserhaltung im Einlaufbauwerk noch große Schwierigkeiten bereiten würde, so daß es mit Rücksicht auf Kostenersparnisse zweckmäßig erschien, den Stollen möglichst rasch durchzuschlagen und ihn nach erfolgtem Durchschlag mit zur Wasserhaltung im Einlaufbauwerk heranzuziehen. Auch schien es vorteilhaft, das ganze Einlaufbauwerk möglichst weit in den Felsen hineinzurücken, um so unter Kürzung der eigentlichen Wasserhaltungsarbeiten die Arbeiten im Einlaufbauwerk im weitesten Umfang in einer Felsbaugrube zur Ausführung bringen zu können. Diese Ueberlegung führte dazu, die beiden nebeneinander im Einlaufkanal vorgesehenen Abschlußöffnungen aufzulassen und den Stollenabschluß durch zwei Schützen zu betätigen, die hintereinander zu liegen kommen und im Innern des Berges in zwei Schächten mit darüberliegender Maschinenkammer zum Einbau gelangen sollten.

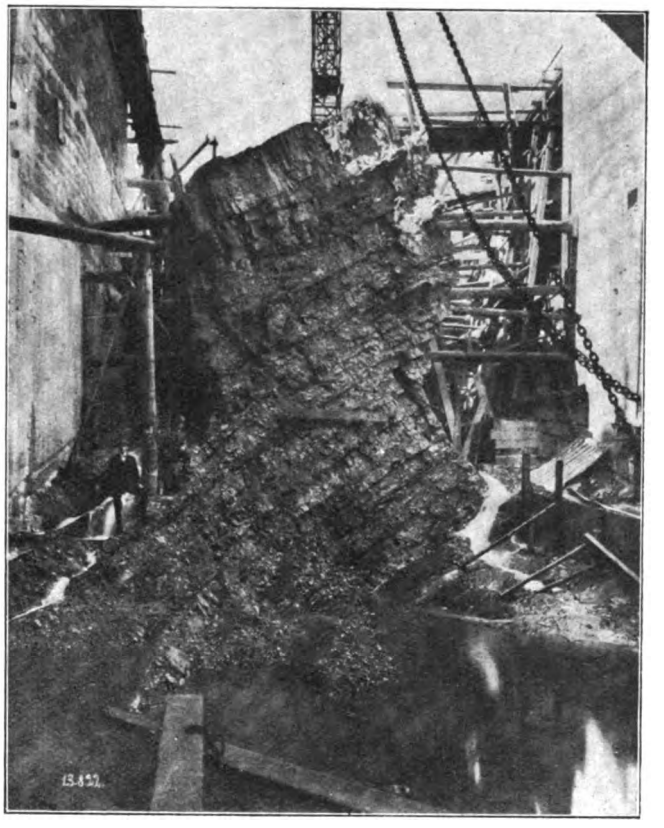


Abb. 22. Felskern im Einlaufbauwerk.

Digitized by Google

Mit diesen Arbeiten begann der

2. Bauabschnitt.

Zunächst kamen die Erd- und Felsarbeiten für die Schützenkammer zur Ausführung, worauf die Abteufung des Schachtes II in Angriff genommen werden konnte.

Für die Materialförderung aus dem Voreinschnitt, den Schächten und später aus dem Stollen mußte in der bis zum Seespiegel unter Wasser befindlichen Baugrube eine Transportbrücke errichtet werden, über die das Ausbruchmaterial bis zu einer Entfernung von 220 m zum See gefahren und dort versenkt wurde.

Das Abteufen des Schachtes auf eine Tiefe von 16 m war eine besonders langwierige Arbeit, weil das Abbohren des durch das Sprengen stark zerrissenen Felsens in der engen Baugrube bei dem steten Wasserandrang äußerst schwierig war.

Der Wasserandrang im Süd-Stollen durch den Felsen von der Seeseite her war unbedeutend, so daß man sich

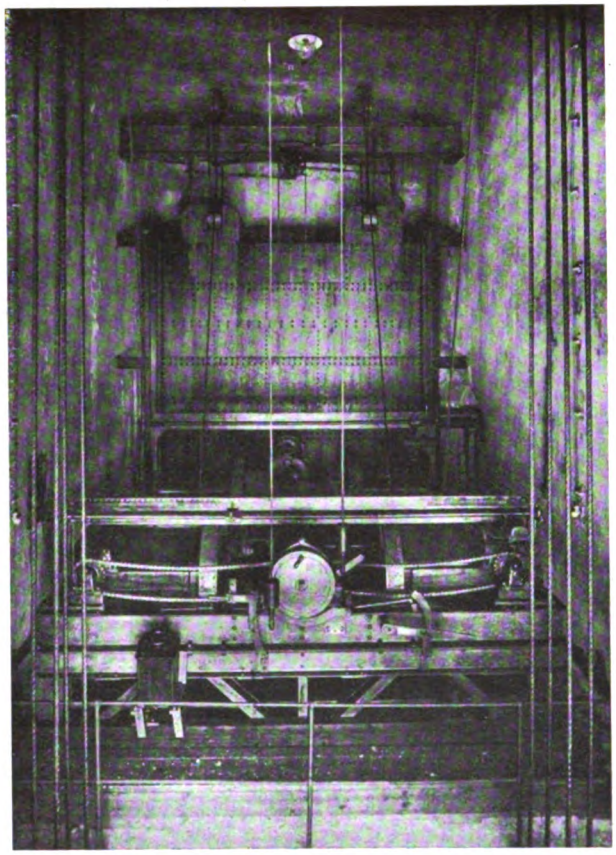


Abb. 23. Schützenwindwerk.

schon vor dem Stollendurchschlag entschloß, mit dem Vortrieb gegen den See zu beginnen. Der Uebergangsstollen, d. i. der Teil zwischen Schacht II und Stollenportal wurde auf eine Länge von 10.5 m ausgebrochen und nach Vornahme der notwendigen Rüstarbeiten konnte der Aufbruch des Schachtes I von unten her einsetzen. Schon nach wenigen Tagen war dieser nach oben durchgeschlagen, allerdings nicht im ganzen Querschnitt. Der Ausbruch des Vollprofils erfolgte dann von oben nach unten. Im Anschluß hieran wurde der Uebergangsstollen auf weitere 10 m Länge gegen den See zu ausgebrochen und war damit bereits in das eigentliche Einlaufbauwerk vorgedrungen. Dem Gebirgsniederbruch, der durch die ungünstige Schichtung eintreten konnte, wurde während des Vortriebes durch starke Holzeinbauten vorgebeugt.

Zur rechtzeitigen Wahrnehmung etwaiger Wassereinbrüche vom See her waren über den Vortrieb hinaus stets 2—3 m tiefe Bohrlöcher angesetzt, durch die stärkerer Wasserandrang hätte festgestellt werden können.

Man durfte sich aber trotzdem der Möglichkeit eines Wassereinbruches nicht verschließen und errichtete zwischen den beiden Schützenschächten zum Schutze der im Stollen und auf der Nordseite des Kesselberges arbeitenden Belegschaft als Sicherheitsverschluß ein Betongewölbe mit zwei Oeffnungen zur Wasserableitung in den Stollen, die durch Absperrschieber geschlossen werden konnten. Durch dieses Gewölbe war der bisherige Materialtransport aus dem Einlaufbauwerk über den Aufzug in Schacht II unterbrochen; er wurde von jetzt ab durch einen im Schacht I eingesetzten Doppelfahrstuhl, später durch eine am Stollenportal angebrachte Aufzugsvorrichtung und mit Hilfe eines Turmdrehkranes bewerkstelligt.

Nachdem so alle Vorkehrungen getroffen waren, die Felsarbeiten im eigentlichen Einlaufbauwerk in Angriff zu nehmen, wurde der Felsausbruch mittels Stollen fortgesetzt und zwar zunächst auf der rechten (Berg-) Seite und etwas später auch auf der linken Seite. Der Vortriebsstollen wurde gegabelt. Damit begann der

3. Bauabschnitt.

Die Gabelung des Stollens war notwendig, um einerseits mit Rücksicht auf die Wasserhaltung eine möglichst kleine Baugrube aufzumachen, andererseits aber auch, um zur Ausbolzung der Baugrube und späteren Betonschalung nicht allzulange und starke Hölzer verwenden zu müssen. (Abb. 21.).

Bis zur Aufschlitzung der beiden Stollen mußten auch in der offenen darüberliegenden Baugrube die erforderlichen Vorkehrungen getroffen sein, um sicher arbeiten zu können. Der linke Flügel des Uebergangsbauwerkes, von dem der Hauptwasserandrang vermutet wurde, wurde durch eine eiserne Querspundwand von der Hauptbaugrube abgetrennt. Insbesondere aber mußte in der offenen Baugrube zur Vermeidung einer Ueberflutung der hinteren bis 14½ m unter dem Seespiegel reichenden Felsbaugrube für eine durchgehende Wasserhaltung gesorgt werden.

Nach fünfmonatlicher harter Arbeit war der Felsausbruch soweit fortgeschritten, daß mit den Betonierungsarbeiten — zunächst an der rechten, östlichen Ufermauer — begonnen werden konnte. Entsprechend dem Fortgang der Felssprengungs- und Schachtarbeiten gingen auch diese Arbeiten vorwärts. Sie gestalteten sich infolge des starken Wasserandranges, der durch Einbau von Drainagen unschädlich gemacht wurde, gleichfalls sehr schwierig.

Nachdem die Hochführung der beiden Ufermauern gelungen war, wurde durch einen Querschlitz in Höhe der in den beiden Ufermauern vorgesehenen Dammbalkenschlitze und durch Einbringung eines ca. 3 m hohen Versatzes der ganze Wasserzufluß auf die Fläche des Uebergangsbauwerkes zusammengedrängt und von hier mit der darüber eingebauten Wasserhaltung zum See zurückgepumpt.

Das sich hinter dem Versatz noch sammelnde Wasser wurde entweder mit der an der tiefsten Stelle des Einlaufbauwerkes (vor dem Stollenportal) eingebauten Pumpe zum See gefördert, oder, wenn unschädliche Ableitung durch den Stollen möglich war, durch diesen abgeführt.

Die Baugrube war durch diese Vorkehrungen im hinteren Teil nahezu trocken. Der durch die beiderseitigen Aufbrüche und Querschlitze in der Baugrube stehengebliebene Felskern wurde schnittweise abgebaut (Abb. 22) und später, nachdem er noch für die Abstützung des Lehrgerüstes der Straßenbrücke wertvolle Dienste geleistet hatte, vollständig beseitigt.

Gleichzeitig mit der Ausführung der Schacht- und Betonarbeiten in der vorderen Baugrube wurde die Betonauskleidung des Uebergangsstollens, der Schützenschächte und der Schützenkammer vollendet.

Damit war der Zeitpunkt für die Inangriffnahme der Montagearbeiten für die Absperrschützen gekommen. Man begann mit Schütze II, anschließend wurde das Windwerk in der Schützenkammer zusammengebaut und zum Schlusse die Schütze I.

Digitized by Google

Die Schützen sind als Rollschützen konstruiert und bestehen bei einem Ausmaß von 5/5 m aus eisernen Doppel-T-Trägern und starken Blechwänden. Die Abdichtung wird an der Stollensohle durch einen im Schützenfuß eingebauten Eichenholzbalken, seitlich durch Dichtungsleisten, die durch federnde Stahlbleche vom Wasser an die Stollenwandung angepreßt werden und am Stollenscheitel durch eine eiserne Anschlagleiste mit aufgeschraubtem Gummistreifen bewirkt.

Die Bewegung der Schützen mit dem eingebauten Windwerk (Abb. 23) kann von Hand und maschinell betrieben werden. Durch Umschaltung ist der Antrieb auf Schütze I bezw. auf Schütze II möglich; eine gleichzeitige Bewegung beider Schützen ist ausgeschlossen.

Der jeweilige Stand der Schützen ist auf einer horizontalen Skala in Dezimeter ersichtlich. Einem Ueberziehen der Schützen ist durch sogenannte Endausschalter, die die Stromzuführung bei der erreichten Höhe unterbinden, vorgebeugt. Die Schützen hängen während der Betriebszeit in dem an den Seilrollenträgern angebrachten Haken zur Entlastung der Zugseile.

Abb. 24. Stolleneinlauf.

Mit der Betriebsfähigkeit der Schütze II war der für den Stollenbetrieb erforderliche Sicherheitsverschluß geschaffen. Das zum gleichen Zweck hergestellte Betongewölbe war damit überflüssig und wurde beseitigt.

Es erfolgte nun noch die Ausführung des Rechenpfeilers mit Versteifungsbalken, der Decke zwischen Rechen und Stollenportal und der Straßenbrücke für die Ueberführung der Distriktsstraße Urfeld-Jachenau; alle diese Bauteile wurden in Eisenbeton erstellt.

Im Anschluß an diese Arbeiten wurde das Gerüst des Feinrechens eingebaut, der eine Fläche von 2 mal 6, 3 mal 13,75 m bedeckt und horizontal 1 mal und vertikal 5 mal unterteilt ist, sodaß sich 12 einzelne Tafeln ergeben. Die Durchflußweite zwischen den einzelnen Rechenstäben beträgt 20 mm. Der Querschnitt der Stäbe ist 200 mal 10 mm.

Für das Einsetzen der Rechentafeln sowie für die Auswechslung derselben bei der eventuell notwendig werdenden Reinigung wurde ein Bockkran von 10 Tonnen Tragfähigkeit errichtet.

Während der Montagearbeiten war noch ein äußerst schwieriger Bauteil, der linke Flügel des Uebergangsbauwerkes in Angriff genommen worden, der bekanntlich nicht auf Felsen fundiert werden konnte. Der Wasserandrang war hier so gewaltig, daß er mit der eingebauten Wasserhaltung nicht mehr bewältigt werden konnte. Zur Erreichung der erforderlichen Gründungstiefe des Flügels wurden 2 Senkbrunnen aus Beton mit Eisen- bezw. Eisenbetonkränzen von 10 und 11 qm Grundfläche verwendet. Die Absenkung der Brunnen auf die planmäßige Gründungstiefe geschah mit einem kleinen Handbagger.

Die Ausbetonierung erfolgte im unteren Teil im angestauten Wasser mittels Schüttbeton.

Der Entfernung der im Uebergangsbauwerk noch vorhandenen Erd- und Felsmassen mußte die Verlegung der gesamten Wasserhaltungsanlage in das fertiggestellte Bauwerk auf eine Holzrüstung mit Einbau eines Holzversatzes vor das Rechengerüst zwecks Pumpensumpfbildung vorausgehen. Hand in Hand mit dieser Einrichtung ging die Beseitigung des in Höhe der Dammbalkenschlitze eingebauten Versatzes. Die Befestigung der Sohle des Uebergangsbauwerkes erfolgte zum Teil in Beton, zum Teil wurde sie, weil die Trockenlegung der Baugrube nicht mehr vollständig gelang, mit fertigen Betonwürfeln 80/80/30 cm belegt.

Ende Mai 1923 waren alle Bauarbeiten innerhalb der das Bauwerk umfassenden Eisenspundwand soweit vollendet, daß der Ausbau der Wasserhaltungsanlage endgültig vorgenommen werden konnte, wobei das gesamte Wasser seine Ableitung durch den Stollen zum Kochelsee fand (Abb. 24).

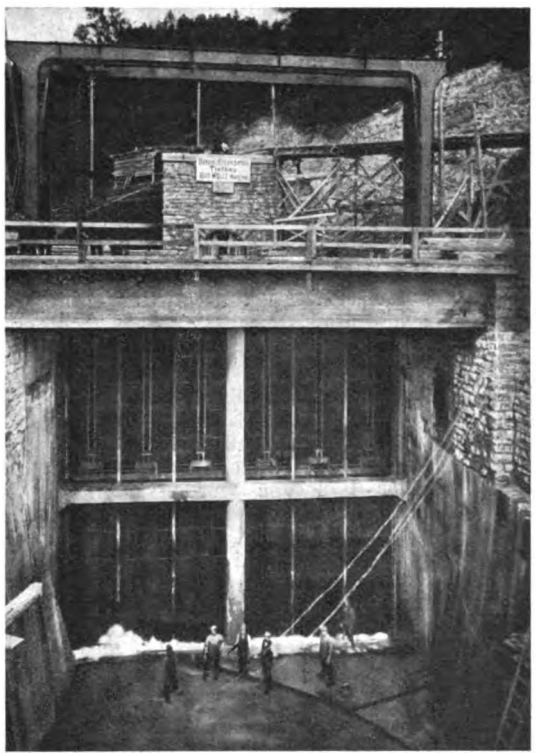


Abb. 25. Fertiges Einlaufbauwerk mit Rechen.

Einen gewaltigen Eindruck machte das vollständig ausgeräumte, nun in seiner ganzen Größe erscheinende Einlaufbauwerk (Abb. 25).

Doch nur kurze Zeit war dieses Bild zu sehen. Mit dem Schließen der Schützen füllte sich der Einlaufkanal innerhalb drei Stunden bis zur Höhe des Seespiegels. Das mit außerordentlicher Mühe während dreier Jahre im ununterbrochenen Kampfe mit dem Wasser erstellte Bauwerk war in den Fluten des Walchensees verschwunden.

Den 4. Bauabschnitt bildete als letzte Arbeit die Ausbaggerung des Einlaufkanals. Hierfür waren zwei Greifbagger mit $^5/_4$ bzw. $^3/_4$ cbm Greiferinhalt auf drei Monate verwendet.

Durch Schiffe, sogenannte Klappschuten, wurde das Baggergut in 100—200 m Entfernung vom Ufer in den See versenkt.

Die Böschungen des Einlaufkanals wurden gegen Wellenschlag und Rutschungen durch eine Berollung aus Bruchsteinen gesichert.

Die eiserne Trennungsspundwand wurde seeseitig mit Hilfe eines Tauchers in achtwöchentlicher Arbeit unter

Digitized by Google

Abb. 26. Einlaufbauwerk gefüllt.

Verwendung von Wasserstoff, Sauerstoff und Preßluft in einer Wassertiefe bis zu 10 m abgeschnitten, mit Flaschenzügen und Winden, die auf Schiffen montiert waren, herausgenommen und damit endgültig das freie Durchflußprofil zum Stollen geschaffen (Abb. 26).

Ueber den Wasserandrang und die erforderliche Wasserhaltung ist kurz noch folgendes zu sagen:

Während der Bauzeit war der Wasserandrang sehr verschieden. In den Jahren 1920 und 1921 betrug er zwischen 7,0 und 12,4 cbm/Min., stieg dann im Jahre 1922 auf 36,0 cbm/Min. und im Jahre 1923 auf 44,2 cbm/Min. und erreichte am Ende der Bauzeit sein Maximum mit 55,4 cbm/Min.

Die Wasserhaltungsanlage selbst mußte entsprechend dem Baufortgang wiederholt ihren Standort wechseln. Zu Beginn der Ausschachtungsarbeiten war sie über dem linken (westlichen) Teil des Uebergangsbauwerkes montiert; nach der Aufschlitzung der Baugrube wurde sie in den hinteren rechten (östlichen) Teil der Baugrube zwischen Rechen und Stollenportal verlegt. Mit der Unterteilung der Baugrube durch den Versatz bei den Dammbalkenschlitzen wanderte die gesamte Wasserhaltung in die Mitte des Uebergangsbauwerkes zurück. Für die Fertigstellung des Uebergangsbauwerkes wurde die letztmalige Versetzung der Wasserhaltungsanlage in den fertiggestellten Teil des Einlaufbauwerkes zwischen Rechen und Dammbalkenschlitze notwendig.

Die Anzahl der Pumpen richtete sich nach dem jeweiligen Wasserandrang; für den größten Wasserandrang waren zusammen acht Pumpen von 150—350 mm ⌀ aufgestellt.

Für den Antrieb derselben wurden anfangs Dampfmaschinen, später Dreh- und Gleichstrom verwendet. Montiert waren zum Schlusse rund 400 PS.

Der Druckstollen.

I. Vortrieb.

Der Vortrieb im Kesselbergstollen (Abb. 27) sollte nach dem erstmals im Sommer 1919 aufgestellten Bauprogramm ausschließlich von Norden, von der Wasserschloßseite her, erfolgen. Der Durchbruch zum Einlaufbauwerk war erst nach Fertigstellung des letzteren, also nach Einbau der Abschlußschützen in Aussicht genommen, damit unter allen Umständen Wassereinbrüche, die für die Arbeitsstellen im Stollen, an der Rohrbahn und beim Krafthaus katastrophale Wirkung gehabt hätten, ausgeschlossen blieben.

Für den Stollenvortrieb sah das Bauprogramm einen Richtstollen mit nachträglicher Ausweitung unter Benützung eines Firstschlitzes vor.

Zur Anwendung sollte Handbohrung mit Preßluftbetrieb gelangen, der den Vorzug hat, daß die Lüftung des Arbeitsortes dadurch wesentlich verbessert wird. Für die Zugförderung im Stollen waren Benzollokomotiven vorgesehen.

Nach diesen Baudispositionen setzte der Vortrieb am 8. Oktober 1919 von Norden her ein und zwar in dem nahezu 26 qm betragenden Ausbruchprofil mittels eines Sohlstollens von $2{,}4 \times 2{,}6 = 6$ qm in Drei-Schichtenbetrieb (Abb. 28). Die Bohrung erfolgte mit zwei Preßluftbohrhämmern, System Flottmann; das Profil wurde mit Rücksicht auf die tonigen Einschlüsse und leichte Lösbarkeit der Gesteinsschichten anfangs ausgezimmert.

Dem Sohlstollen folgte in einer Entfernung von 300 m ein Firstschlitz mit 4 qm, der mit einem Bohrhammer besetzt war. Der Sohlstollen wurde allmählich unter Ansetzung von drei Bohrhämmern in einer Breite von 4 m und einer Höhe von 3,30 auf 13 qm und schließlich unter Verwendung von vier Bohrhämmern auf die ganze Profilbreite ausgebrochen; anstelle des Firstschlitzes wurde die ganze obere Kalotte bei Verwendung von 3—4 Bohrhämmern herausgenommen.

Dieser Arbeitsbetrieb wurde bis zum Schlusse beibehalten.

Am 27. Oktober 1920, also erst 12½ Monate nach Inangriffnahme der Ausbrucharbeiten wurde nach Abteufung

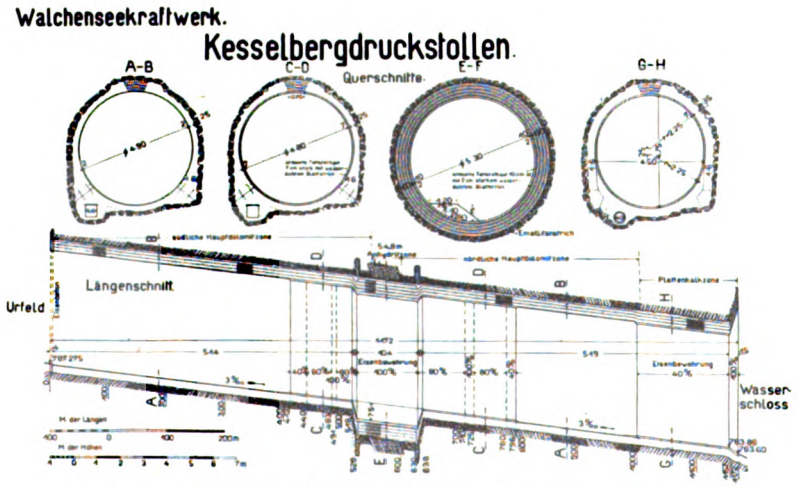


Abb. 27. Kesselberg-Druckstollen, Schnitte.

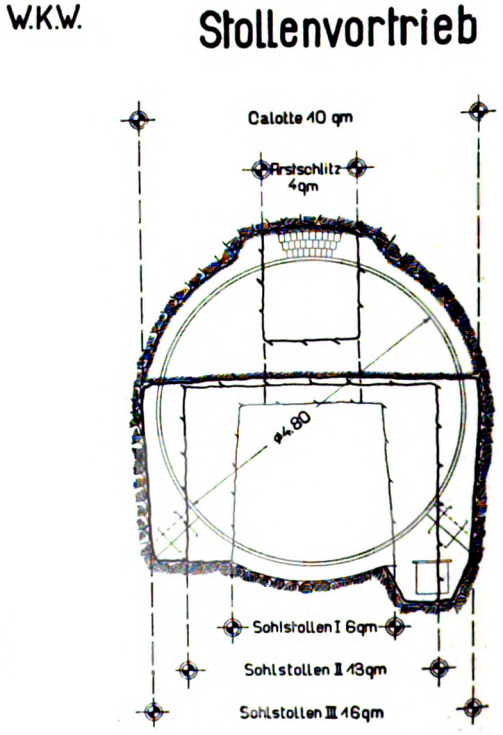


Abb. 28. Stollenvortrieb.

Digitized by Google

eines 16 m tiefen Schachtes mit Vorstollen von Süden her ein zweiter Sohlstollen mit $3{,}5 \times 3{,}3 = 11{,}6$ qm Querschnitt unter Wasserhaltung vorgetrieben.

Die Aenderungen des Bauprogramms sind in den Ausführungen über das Einlaufbauwerk näher begründet.

Ueber die Arbeiten im Einzelnen ist zu sagen, daß die anfängliche Auszimmerung im Nordstollen bald weggelassen werden konnte, da das Gestein im allgemeinen sich als standfest erwiesen hatte; es war nur erforderlich, einzelne ungünstig geschichtete Felsbänke abzusichern.

Um jedoch die Förderung des Stollengutes ungehindert durchführen zu können, waren bei dem gleichzeitigen Vortrieb von Sohl- und Firststollen bzw. nach erfolgtem Sohlstollendurchschlag bei gleichzeitigem Vortrieb von mehreren Aufbrüchen aus Einbauten notwendig, die etwa 50 m lang, aus kräftigen Rundhölzern bestanden, mit dem Fortschreiten des Firstausbruches wanderten und ausschließlich zur Abstützung der Decke des Sohlstollens dienten. Die Rundhölzer konnten an beliebiger Stelle aus der Decke entfernt werden, um nach Lösung des Gesteins die Einbringung des Materials in die mit Benzollokomotiven bereitgestellten Züge zu ermöglichen.

Im Sohlstollen wurde die Brust mit 20—35 Bohrlöchern von 1,20 m Tiefe besetzt; Einbruchschüsse und Randschüsse wurden konvergierend zur Stollenachse gebohrt.

An Sicherheits-Sprengstoffen wurde verwendet: Dynamit und Gelatine-Astralit; von ersterem ungefähr 65% der Gesamtmenge. Der Verbrauch stellte sich auf 1,7 bis 2,5 kg/cbm.

Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei 3×7 Arbeitsstunden und drei Abschüssen 2—3 m und 30—45 cbm Felslösung, die Höchstleistung war 4,1 m.

Für die Bedienung der pneumatischen Hämmer wurde Preßluft von 6 Atm. Druck in zwei Stationen, von denen die eine in Urfeld am Walchensee, die andere auf der Jochwiese am Kochelsee zur Aufstellung gelangte, erzeugt und so bemessen, daß der allmählichen Steigerung des Betriebes und der wachsenden Anzahl der Bohrhämmer entsprochen werden konnte. Für einen Bohrhammer mußte bei den langen Zuleitungen mit einem Luftverbrauch von 1,2—1,5 cbm in der Minute gerechnet werden. Die Bohrarbeiten im Stollen, am Wasserschloß und an der Rohrbahn steigerten sich im Laufe der Monate derart, daß im Januar 1920 auf der Jochwiese am Kochelsee 13½ cbm, im Mai 23½ und im Januar 1921 30 cbm in der Minute erzeugt und abgegeben wurden.

In Urfeld, das im Anfang nur 3,3 cbm/Min. benötigte, wuchsen die Anforderungen im Laufe der Bauausführung auf rund 20 cbm/Min.

Jede Stollenseite hatte außerdem ihre eigene Werkstätte; auf der Nordseite war zur Herstellung von Bohrschneiden noch eine Universal-Schärf- und Stauchmaschine in Betrieb.

Zur Verwendung kamen Voll-Schlangen- und Hohlbohrer, letztere im Wassergraben.

Der Verbrauch an Bohrerstahl betrug ungefähr 0,12 bis 0,17 kg/cbm Gestein.

Die Frischluftzuführung bereitete besonders bei schlechtem Wetter große Schwierigkeiten. Es gilt hier das gleiche wie beim Stollen Wallgau—Sachensee. Die Einrichtungen für Bewetterung waren trotz aller Bemühungen der Bauleitung von Anfang an und blieben bis zum Schluß unzulänglich. Man begnügte sich auch hier anfangs mit einem Luftschacht, der am Nordende unter 45° ins Freie ging. Hierauf wurde ein Ventilator mit 80 cbm/Min. Ansaugleistung in Betrieb genommen, der später durch einen entsprechend größeren ersetzt wurde. Ursprünglich eingebaute Holzlutten, die dauernd undicht waren, bewährten sich nicht und mußten durch Blechlutten ersetzt werden.

Der Stollenausbruch wurde zur Anschüttung eines Arbeitsplatzes auf der Wasserschloßseite verwendet, ein Teil war durch Steinbrecher zu Betonzuschlagsmaterial aufbereitet worden, von dessen Verwendung jedoch, wie bereits ausgeführt, wegen Anhydritverseuchung Abstand genommen werden mußte. Ein weiterer Teil wurde in eine westlich des Wasserschlosses gelegene Runse geschüttet und durch Wasser zu Tal gespült.

Die Wasserverhältnisse im Nordstollen und die damit zusammenhängende Entwässerung verursachten keine Schwierigkeiten; die gesamte Bergwassermenge schwankte je nach Witterung zwischen 7 und 26 l/Sek.

Im Südstollen waren die Arbeiten wegen der Förderung des Ausbruchmaterials durch den 16 m hohen Schacht besonders erschwert, des weiteren durch die Wasserhaltung; diese wurde dadurch bewerkstelligt, daß zu dem 2 m tiefen Pumpensumpf am Südende des Stollens ein Wassergraben mit Gegengefälle und einer Tiefe von 0,30—2 m ausgebildet wurde.

Auch die einwandfreie Uebertragung der Richtung des Stollens durch den 2 m breiten Schacht und die Absteckung der Kurve boten hier Schwierigkeiten. Unterstützt durch die Arbeiten des Landesvermessungsamtes gelang es jedoch, die Genauigkeit dieser Vermessungsarbeiten, die an den Sonntagen bei Betriebseinstellung durchgeführt werden mußten, so zu steigern, daß der Durchschlag des Stollens am 12. Mai 1921 ohne jede nennenswerte Abweichung herbeigeführt werden konnte.

Der Durchschlag war ein bedeutender Schritt vorwärts und wurde von der Bauleitung freudigst begrüßt, nicht nur als eine in der damaligen schweren Zeit immerhin doch nennenswerte Arbeitsleistung, sondern auch deshalb, weil die Ungewißheit über Schwierigkeiten im Berginnern, über Wassereinbrüche nunmehr gewichen war, und die Zustände an den Arbeitsstellen infolge mangelnder Belüftung in der letzten Zeit unerträglich geworden waren.

Die Baustelle war von zwei Seiten zugänglich und für die Wasserhaltung der Baugrube des Einlaufbauwerkes war die erforderliche Entlastung geschaffen. Zur Sicherung des Stollens gegen Wassereinbrüche bis zum Einbau der Schützen wurde, wie bereits beim Einlaufbauwerk erwähnt, die Baugrube Urfeld durch ein massives Betongewölbe abgesperrt.

Die nun folgenden Vollausbruch-Arbeiten im Stollen waren alle durch das Vorhandensein der Anhydritstrecke vorgeschrieben und beeinflußt. Als nächstes Ziel galt neben der Fortführung der Ausweitungsarbeiten zur Herstellung des Vollprofils, der Ausbau der Anhydritstrecke. Diese Arbeiten waren von ganz besonderer Wichtigkeit und mußten mit großer Ueberlegung zur Durchführung gebracht werden, weil die Sicherheit und Unversehrtheit dieser Stollenstrecke nur dann gewährleistet erschien, wenn die Ausführung in der solidesten und sachgemäßesten Weise vor sich ging.

Vor allen Dingen war es notwendig, alle Maßnahmen zu treffen, die Anhydritstrecke vor Durchfeuchtung und Wasserandrang zu schützen; denn es zeigte sich schon nach kurzer Zeit nach dem Ausbruch dieser Stollenstrecke, daß das an sich sehr trockene Gestein unter dem Einfluß der Luftfeuchtigkeit starke Blähungen durch die sich bildenden Gipskristalle erlitt und mürbe wurde. Es war deshalb unerläßlich, die Stollenentwässerung zur Vermeidung einer Durchfeuchtung des Anhydritgesteins in einer geschlossenen Blechrohrleitung in der Anhydritstrecke durchzuleiten, wodurch sich die Notwendigkeit ergab, die Stollenentwässerung am südlichen Ende der Anhydritstrecke durch Einbau einer niedrigen Sperrmauer anzustauen.

Nachdem auf diese Weise die Anhydritstrecke gesichert schien, wurde der Vollausbruch im Südstollen zwischen Anhydritstrecke und Urfeld durch eine Reihe von Firstaufbrüchen in Angriff genommen und bis Ende des Jahres 1921 in der Hauptsache zu Ende geführt.

Die frühzeitige Beendigung dieser Arbeit war wesentlich; denn es mußte schon gegen Ende des Jahres 1921 bei Störungen der Wasserhaltung in Urfeld mit größeren Wassermengen im Stollen gerechnet werden. Es stellte sich auch bald heraus, daß in solchen Fällen die im Stollen zum Abfluß kommenden Wassermengen in der vorgesehenen Rohrleitung nicht über die Anhydritstrecke geführt werden konnten, und es war notwendig, durch Einbau einer 2,5 m hohen Sperrmauer am Südende der Anhydritstrecke ein genügend großes Ausgleichbecken zu schaffen, um bei Störungen im Einlaufbauwerk bei Urfeld die Möglichkeit zu haben, die ankommenden Wassermassen hier abzufangen

Digitized by Google

und allmählich über die Anhydritstrecke durch die geschlossene Rohrleitung zum Abfluß zu bringen. Durch diese Anlage gelang es, die Anhydritstrecke und den Nordstollen vor Ueberschwemmungen zu schützen, wobei allerdings die Südstrecke unter Wasser gesetzt und als Baustelle ausscheiden mußte.

Der Vollausbruch war im Südstollen zu diesem Zeitpunkte im wesentlichen — wie bereits oben bemerkt — durchgeführt. Mitte Januar 1922 begann unter dem Schutze der Staumauer der Vollausbruch der Anhydritstrecke, dem unmittelbar ein doppelter Schutzanstrich der Ausbruchflächen durch Emaillit folgte, um Zerstörungen und Abwitterungen des Gesteins infolge der Luftfeuchtigkeit bis zu dem Zeitpunkt des Beginns der Ausmauerung auszuschließen.

II. Das Anhydritvorkommen.

Da nach den geologischen Gutachten und den allgemein technischen Erfahrungen Dolomit zu den geeigneten Betonmaterialien zu rechnen und für die Stollenausmauerung sowie für Wasserschloß und Staumauer, auch für Seilbahn, Rohrbahnklötze und Fixpunkte in Aussicht genommen war, so wurde bereits mit Beginn der Ausbrucharbeiten das brauchbar aussehende Dolomitmaterial zu Schotter und Sand aufbereitet und neben dem Wasserschloßplatz gelagert.

Etwa in der Mitte des Stollens (Abb. 27) wurde eine zirka 50 m lange trockene Anhydritzone angefahren, deren Gestein sich durch außerordentliche Härte auszeichnete und zur Benachrichtigung des Oberbergamtes zwecks Untersuchung Anlaß gab. Die Untersuchung ergab Anhydrit.

Anhydrit $Ca\,S\,O_4$ ist schwefelsaurer Kalk, sieht in seinem Gesteinsaussehen zwischen Kalk und Dolomit, ist wesentlich weicher wie Dolomit, aber so hart wie dichter Kalk. Gips ist wasserhaltiger Anhydrit; letzterer verwandelt sich also durch Wasseraufnahme in Gips, der weicher und leichter löslich ist.

Bis zur Feststellung des Oberbergamtes war ein Teil der Anhydritstrecke durchfahren und das Ausbruchmaterial zu Schotter verarbeitet worden. Für die inzwischen im Winter 1920/21 eingeleiteten Betonierungsarbeiten an der Seilbahn wurde von dem Material, das auf Vorrat gebrochen war, verwendet.

Bereits im Frühjahr 1921, also nach 2—3 Monaten, zeigte die ganze Seilbahnstrecke Zerstörungen, die so rasch um sich griffen, daß der gesamte Mauerwerkskörper abgetragen werden mußte.

Mit Beginn der Betonarbeiten im Frühjahr 1921 wurden die Zuschlagsmaterialien Sand und Schotter, die dem Vorratshaufen auf dem Wasserschloßlagerplatz entnommen wurden, ständig durch einen Chemiker auf der Baustelle untersucht. Das gebrochene Anhydritmaterial wurde von der Verwendung ausgeschlossen. Trotzdem traten an dem ausgebesserten Seilbahnmauerwerk und an einzelnen inzwischen weiter hergestellten anderen Mauerwerksteilen vereinzelte Zerstörungserscheinungen auf, worauf die Verwendung des Stollenmaterials eingestellt wurde.

Die hierauf angeordneten und in großem Umfange durchgeführten Untersuchungen ließen erkennen, daß das gesamte Stollenausbruchmaterial auch außerhalb der Anhydritstrecke mit Anhydrit in größeren und kleineren Beimengungen durchsetzt war (Abb. 29).

Nach den Untersuchungen des Gesteinsmaterials wurden dieselben auch auf den Beton der inzwischen ausgeführten Mauerwerksteile ausgedehnt. Die denselben entnommenen Bohrmehlproben zeigten nun gleichfalls einen mehr oder weniger starken Gehalt an Anhydrit und Sulfitschwefel.

So lag z. B. bei dem Fundament der Staumauer der Gesamtgehalt an Anhydrit und Sulfitschwefel zwischen 0,38 und 1,36%, beim Auflagerpunkt 13 zwischen 0,63 und 1,60%, bei der Wasserschloßsohle zwischen 0.42 und 1,16% und bei einzelnen Auflagerpunkten zwischen 0,66 und 1,13%.

Es war nun außerordentlich schwierig, sich darüber schlüssig zu machen, ob außer den Bauteilen, die bereits Schäden und Zerstörungserscheinungen zeigten und deren rasche Beseitigung mit Rücksicht auf die rechtzeitige Wiederherstellung als äußerst vordringlich erschien, auch solche Mauerwerkskörper abgetragen werden sollten, deren Untersuchung nur einen unbedeutenden Anhydritgehalt ergeben hatte und die keine sichtbaren Schäden aufwiesen.

Auch war darüber eine Entscheidung veranlaßt, ob das außerhalb der Anhydritstrecke gebrochene und zu Schotter aufbereitete Material verarbeitet werden durfte und ob das Stollenmaterial überhaupt zu Betonzwecken Verwendung finden sollte.

Die Bauleitung holte deshalb von Portlandzementfabriken und Hochofenzementwerken, von chemischen Versuchsanstalten, von Fachvereinen und hervorragenden Betonsachverständigen im weitesten Umfange gutachtliche Aeußerungen ein, um sich über den ganzen Fragenkomplex wegen Verwendung des Stollenmaterials in der eingehendsten Weise zu informieren und hiernach die für die Fortsetzung der Bauarbeiten so außerordentlich wichtigen Entscheidungen treffen zu können.

Es ist nicht möglich, auf die zahlreichen, meist sehr ausführlichen Gutachten näher einzugehen.

Die meisten Gutachter äußerten sich dahin, daß über die zulässige Höhe des Gipsgehaltes in Betonzuschlagstoffen

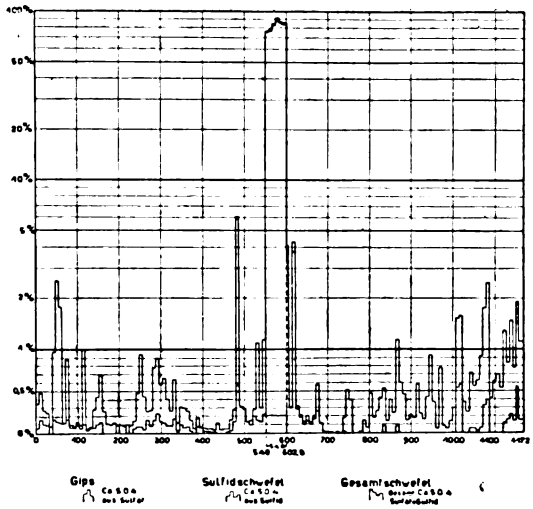


Abb. 29. Anhydritvorkommen im Gestein des Kesselberg-Druckstollens.

Erfahrungen nicht vorliegen und Angaben nicht gemacht werden können. An und für sich ist jeder Gipsgehalt unerwünscht, da er den Gipsgehalt des Zementes vermehren und Gipstreiben hervorrufen kann.

Weiter ging aus den Gutachten hervor, daß für die schädliche Wirkung des Gipses auf den erhärtenden Portlandzementmörtel im Grunde es theoretisch völlig gleichgültig ist, ob der Gips ursprünglich im Zement enthalten war, oder ob er später in Form von Zuschlagmaterial dem Zement beigemischt wird. Praktisch wird allerdings der dem Zement als feiner Sand beigemischte $Ca\,S\,O_4$ haltige Zuschlag eine wesentlich stärker schädigende Wirkung ausüben, als die in den Schotterteilen des Zuschlages enthaltenen Bestandteile.

Soweit die Sachverständigen.

Das sehr mißliche in dem Verhalten der mit anhydrithaltigem Material hergestellten Betonkörper ist nun aber das, daß der Zeitpunkt des Eintretens der Zerstörungserscheinungen ein ganz außerordentlich verschiedener ist.

Je nach dem Prozentsatz des Anhydritgehaltes, je nach der Art der verwendeten Zemente und nach dem Standort des Betonbauteils kommen Zeitunterschiede in Betracht, die zwischen wenigen Tagen und einer Reihe von Jahren liegen können. Es ist dies gerade eine der typischen Erscheinungen des Gipstreibens, daß man sich nicht darauf verlassen kann, daß solche Betonkörper nach verhältnismäßig kurzer Zeit keine Treiberscheinungen zeigen,

Digitized by Google

sondern es steht immer zu erwarten, daß diese Treiberscheinungen noch nach längerer Zeit auftreten.

Wenn also bei solchen Bauten auch nach mehreren Monaten noch keine Zerstörungserscheinungen zu beobachten sind, so besteht noch nicht die geringste Gewähr dafür, daß sie nicht mehr der Zerstörung durch Gipstreiben anheimfallen.

Jedenfalls, und das muß immer wieder mit Nachdruck betont werden, besteht ein großer Unterschied in der Wirkung des Gipses im feinen Sand und im Schotter. Nach vorgenommenen Versuchen an Probewürfeln konnte festgestellt werden, daß der verwendete Sand nur außerordentlich geringe Mengen Gips enthalten darf, um eine schädigende Wirkung mit Sicherheit auszuschließen.

Eine so gleichmäßige Mischung des Zuschlagmaterials aber herzustellen, daß man bei den geringen als gefahrlos zu bezeichnenden Prozentsätzen des Gipsgehaltes nicht doch bei aller Vorsicht Gefahr läuft, daß sich an irgendeiner Stelle des Bauwerkes durch nicht genügende Mischung größere Prozentsätze von $CaSO_4$ befinden, die dann evtl. zur Zerstörung des ganzen Bauwerkes führen können, ist ganz unmöglich.

Es sollen daher Zuschlagmaterialien, die $CaSO_4$ in irgend einer Form enthalten, unter keinen Umständen zur Betonbereitung verwendet werden.

Von diesen Gesichtspunkten geleitet, hat die Bauleitung nach Anhörung einer Sachverständigenkommission beschlossen, das gesamte im Kesselbergstollen gewonnene Dolomitmaterial, welches mehr oder weniger mit Anhydrit verseucht war oder freien Schwefel enthielt, von der Verwendung als Zuschlagmaterial auszuschließen. Außerdem wurden sämtliche Bauteile, in denen nach Entnahme ungezählter Bohrmehlproben das Vorhandensein von Anhydrit sich nachweisen ließ, entfernt.

Es erübrigt nur noch den Widerspruch aufzuklären, der zwischen den früheren Analysen des Hauptdolomitgesteins und den Erfahrungen beim Bau des Kesselbergstollens in bezug auf den Schwefelgehalt zu bestehen scheint.

Hierzu äußerte sich Dr. Knauer wie folgt:

Zu den früheren Analysen wurden nur Steine verwendet, die aus verwittertem Oberflächengestein, aus Bachschottern oder von Schutthalden stammten. Dieses Material, das schon seit Jahrtausenden den Verwitterungsvorgängen unterworfen war, hat aber infolge Auslaugung den Schwefelgehalt längst verloren, während das vollständig frische und unverwitterte Gestein aus dem Innern des Berges seinen ursprünglichen Schwefelgehalt noch besitzt.

Keinesfalls kann angenommen werden, daß der Schwefelgehalt des Hauptdolomits im Kesselberg ein zufälliger ist. Der durch die ganze aufgeschlossene Schichtenserie hindurch festgestellte Schwefelgehalt spricht im Gegenteil dafür, daß er eine dem Hauptdolomit eigentümliche Eigenschaft ist; jedoch hat sich erst durch den Bau des Kesselbergstollens Gelegenheit geboten, dieses festzustellen.

Die während der Bauausführung beobachteten Zerstörungen an den Betonbauten waren also nicht ausschließlich auf die Verwendung von mit Anhydrit durchseuchtem Material zurückzuführen, es genügte auch schon die Verwendung des außerhalb der Anhydritzone gebrochenen mehr oder weniger mit fein verteiltem Schwefel angereicherten Dolomitmaterials, um Zerstörungserscheinungen hervorzurufen.

Ausbau des Kesselbergstollens.

Früher wurde es für hinreichend gehalten, zur Vermeidung von Wasserverlusten die Stollen auszubetonieren und den Betonmantel mit einem Zementverputz zu dichten oder die Abdichtung durch Zementhinterspritzungen sicherzustellen.

Der Rissebildung der Stollenauskleidung und den dadurch verursachten Wasserverlusten infolge der Nachgiebigkeit und Wasserdurchlässigkeit des Gebirges legte man keine besondere Bedeutung bei, weil sie in den einzelnen Fällen sichtbare Folgen nicht zeitigten. Erst unter dem Eindruck der Ereignisse am Ritomstollen in der Schweiz, der bekanntlich nach Inbetriebnahme umfangreiche Rissebildung gezeigt hat und infolgedessen als Druckstollen vorläufig aufgegeben werden mußte, wurden die älteren Stollen einer Nachprüfung unterzogen, wobei mitunter recht bedeutende Wasserverluste festgestellt werden mußten.

Abb. 30. Ausmauerung der Anhydritstrecke.

Solange die geologische Beschaffenheit des Gebirges Gefahren ausschließt und die erforderliche Betriebswassermenge trotz solcher Wasserverluste ständig zur Verfügung steht, so sind letztere auch ohne Bedeutung.

Zur Zeit der Herstellung des Kesselbergstollens waren in der Schweiz und in Oesterreich eine Reihe von Druckstollen in Ausführung und so war es erklärlich, daß man sich allenthalben dem Druckstollenproblem zuwandte. In den Fachzeitschriften erschienen zahlreiche Abhandlungen und theoretische Erörterungen, die in ihren Endresultaten so auseinandergingen, daß man schließlich für jede Ausführung eine Theorie zur Begründung hätte beibringen können.

Auch die Anschauungen der beigezogenen Sachverständigen hinsichtlich der Erfordernisse beim Ausbau des Kesselbergstollens waren sehr geteilt.

Während von einer Seite das dem Projekt zugrundegelegte ovale Profil für statisch einwandfrei erachtet wurde, und nur für die Anhydritstrecke ein kreisrunder Druckring aus Granit oder Klinkern, der 10 Atm. Druck aufzunehmen in der Lage wäre, gefordert wurde, stellte sich ein anderer Experte auf Grund einer Besichtigung des Stollens auf den Standpunkt, daß lediglich am Anfang und am Ende eine Trompete von je 10 m Länge in für vollen Innendruck armierten Eisenbeton auszuführen sei, die Anhydritstrecke mit beiderseitigen 20 m langen Anschlüssen auszumauern und im übrigen zunächst nur eine Verkleidung der

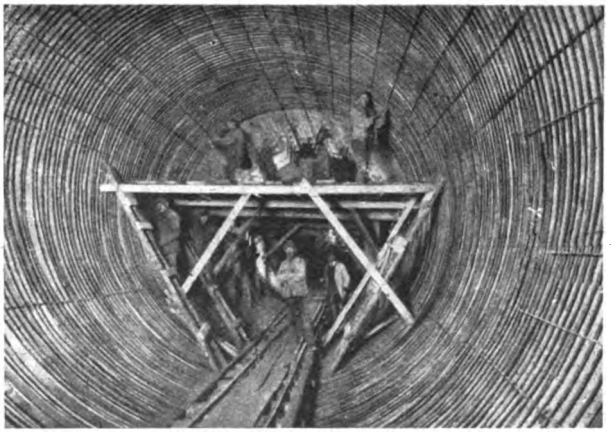


Abb. 31. Eisenbetonierung im Druckstollen.

Digitized by Google

Abb. 32. Zementierung hinter die Stollenwand.

Sohle mit Beton notwendig wäre. Eine hieran anzuschließende Druckprobe sollte weitere Fingerzeige geben, inwieweit eine Torkretierung des Felsens oder eine Auskleidung einzelner Stellen mit Hinterspritzungen notwendig würden. Im Wasserschloß sollte eine vertiefte Beckensohle oder ein Feinrechen angeordnet werden, um abbröckelndes Gestein nicht bis in die Turbine gelangen zu lassen.

Für die Anhydritstrecke wurde unter Beibehaltung des ovalen Profils ein äußerer Druckring aus Klinker und Beton und ein innerer Druckring aus Eisenbeton empfohlen.

Eine Entwässerung nach Fertigstellung des Stollens hielten beide Sachverständige nicht für notwendig.

Da über unausgekleidete Druckstollen im Dolomit noch keinerlei Erfahrungen vorlagen und die Anordnung eines Feinrechens im Wasserschloß, dessen Baugrube bereits festlag, großen Schwierigkeiten begegnet wäre, entschloß man sich, von einem derartigen, an sich sehr interessanten Versuch im Großen abzusehen.

Die inzwischen in der Schweiz vorgenommenen Versuche ließen erkennen, daß tatsächlich im Druckstollen unter dem Einfluß des inneren Wasserüberdruckes eine meßbare Nachgiebigkeit der Gesteinswandungen besteht, und zwar sowohl im harten, als auch im gebrächen Gestein. Im gebrächen Gestein ist die Nachgiebigkeit größer als im harten Gestein. Diese Nachgiebigkeit ist zum Teil elastischer, zum Teil plastischer Natur, d. h. bei vollständiger Abnahme des Wasserdruckes geht die Dehnung nicht mehr auf den Wert Null zurück, sondern es bleibt eine sogenannte plastische Dehnung zurück.

Die Versuche in den Stollenstrecken, die lediglich eine Betonauskleidung ohne Armierung erhielten, allerdings berechnet auf Grund der Ergebnisse von Versuchen im Sericitschiefer, also im weniger harten Gestein, und mit verschiedener Betonstärke ausgeführt wurden, zeigten, daß im Beton Risse auftraten und man mußte sich überzeugen, daß in nachgiebigem Gestein mit bloßer Betonierung auch bei sorgfältiger Ausführung nicht, oder wenigstens nicht mit der nötigen Sicherheit auszukommen sei.

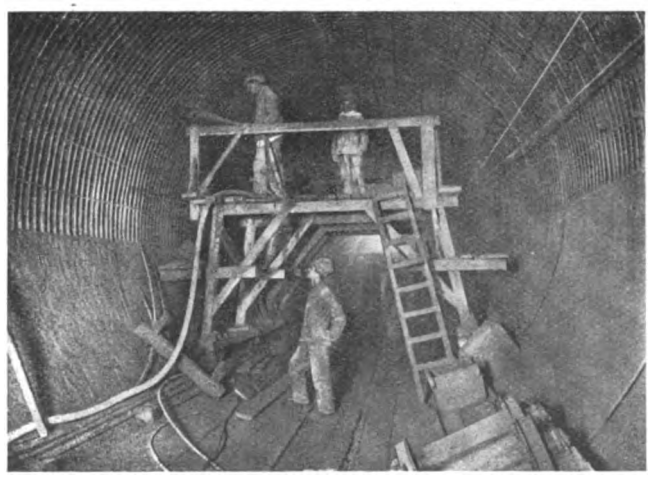


Abb. 33. Torkretierung des Stollens.

Zu solchen praktischen Versuchen war beim Kesselbergstollen keine Zeit. Auch die Größe des Profils hätte für die zur Druckprobe erforderlichen beiderseitigen Abschlußmauern nicht zu unterschätzende Schwierigkeiten bereitet. Die Versuchsausführung in den Schweizerstollen war wesentlich einfacher, weil man es dort mit verhältnismäßig kleinen Durchbruchprofilen zu tun hatte und weil die Abdrückung der einzelnen Stollenstrecken ohne besondere Baumaßnahmen und Vorbereitungen möglich war. Als besonders erschwerend kam beim Kesselbergstollen noch die in der Mitte des Stollens gelegene ca. 100 m lange Anhydritstrecke hinzu.

In der Schweiz war man nun auf Grund der angestellten Untersuchungen allgemein zum kreisrunden Profil übergegangen. Die Tatsache, daß dieses Profil zweifellos in hydraulischer und statischer Hinsicht die günstigsten Verhältnisse bietet und die Ueberzeugung, daß es für die Anhydritstrecke und für die schlechten Gebirgsstrecken den Vorzug verdiente, führten zu dem Entschluß, für den Ausbau des Kesselbergstollens gleichfalls das Kreisprofil zu wählen. In der Anhydritstrecke und in Strecken geringerer Widerstandsfähigkeit des Gebirges sollte durch Armierung ein Profil geschaffen werden, welches dem höchsten Betriebsdruck gewachsen war, sodaß eine Rissebildung nicht nur im Stollenmantel der Anhydritstrecke, sondern auch in den anderen Stollenstrecken mit Sicherheit ausgeschlossen blieb.

Der Ausbauplan gestaltete sich nun so, daß für Nord- und Südstollen ein 25 cm starker Betonring vorgesehen wurde, wobei man im Anschluß an die Anhydritstrecke und an das Wasserschloß in schlechten Gebirgsstrecken noch einen inneren 7 cm starken im Torkretverfahren hergestellten Eisenbetonring anordnete. Die Anhydritstrecke erhielt einen 60 cm starken äußeren (Abb. 30) Druckring und einen 10 cm starken, inneren Eisenbetonring (Abb. 31).

Demgemäß wurde armiert vom Wasserschloß gegen Süden eine Strecke von 174 m und zwar 18 laufende m mit Vollarmierung, d. h. mit 100% und 156 laufenden m. mit 40% Eisen, hierbei wurde angenommen, daß 60% des Innendruckes von den Felsen aufgenommen werden. Weiter wurde dann die 104 m lange Anhydritstrecke mit 100% Eisen armiert und die beiderseitigen Anschlußstrecken auf 166 m im Norden und 144 m im Süden mit je 80% Eiseneinlagen versehen.

Die Ausmauerung der Anhydritstrecke erfolgte in einem 4 stein starken Klinkerring in Spezialmontanzementmörtel mit Traß und Ceresitzusatz 1:0, 3:2. Spezialmontanzement wurde deshalb gewählt, weil er als Hochofenzement infolge des geringeren Kalkgehaltes erfahrungsgemäß außerordentlich widerstandsfähig gegen die Einwirkung von Sulfatwässern ist. Die Ueberausbrüche in der Sohle wurden mit Bruchsteinen in dem gleichen Mörtel ausgemauert. Besonderer Wert und Sorgfalt wurde auf die Dichtigkeit der Fugen gelegt.

Die an die reine Anhydritstrecke anschließenden Uebergangsstrecken von je rund 25 m wurden in derselben Weise behandelt. Auf den Druckring wurde zur Dichtung eine 1½ cm starke Torkret-Mörtelputzschicht und hierauf der 10 cm starke Torkret-Eisenbetonring aufgebracht. Am südlichen und nördlichen Ende wurden Betonmanschetten, die 1 m tiefe, ringförmige Herdmauern bildeten, im M. V. 1 Antiaquazement, 0,4 Traß, 3,5 Kiessand angelegt.

Die Kontaktzonen der Anhydritstrecke erhielten Hochdruckhinterspritzungen, um allenfalls sich hinter der Stollenröhre bildende Längsströmungen des Grundwassers vom Anhydrit abzuschneiden.

Digitized by Google

Die Entwässerung in der Anhydritstrecke wurde in einem Eisenrohr im Innern des erweiterten Profils durchgeführt, um zu vermeiden, daß Wasseradern längs des Rohres im Gebirge sich ausbilden würden.

Vor Inangriffnahme der Betonarbeiten, die sich zunächst auf den Nordstollen beschränkten, wurden die bei dem Vortrieb angeschlagenen Quellen und Wasseradern sorgfältig gefaßt und in den Entwässerungskanal, der in Uebereinstimmung mit den Erfahrungen beim Murgwerk und beim Amstegerwerk offen gehalten wurde, eingeleitet.

Von der Ausführung des Betonringes ohne Arbeitsfuge, wie dies von einem der zugezogenen Sachverständigen vorgeschlagen wurde, wurde wegen der Schwierigkeiten, während der Bauausführung im Stollen über diese Strekken hin den Verkehr aufrechtzuerhalten, abgesehen.

Um die durch die Arbeitsfugen der Stollen drohenden Gefahren auszuschließen, wurden zur innigen Verbindung keilförmige Aussparungen vorgesehen und außerdem Verbandeisen eingebracht.

Besondere Sorgfalt wurde darauf verwendet, daß bei der Einbringung des Betons ein dichter Anschluß an den Felsen erreicht wurde, da man sich von vornherein darüber klar war, daß bei Vorhandensein auch von nur ganz kleinen Zwischenräumen zwischen Betonschale und Felsen ein Reißen der Betonumhüllung namentlich in den nicht armierten Strecken und ein Undichtwerden des Stollens nicht zu verhindern war. Deshalb wurden vorher alle losen Teile mit gründlicher Sorgfalt beseitigt, die Ausbruchflächen selbst mit Druckwasser gereinigt und hierauf der Sohlenbeton, nach vorheriger Aufbringung einer Mörtelschicht eingebracht und mit der Schablone ausprofiliert.

Auf die fertige Sohle kam das Lehrgerüst zu stehen, um den Betonring über derselben in einem Zug zur Ausführung zu bringen. Anschließend wurde der Scheitelschluß auf eine Breite von 0,75 m mit Klinkern oder Quarzidoidplatten hergestellt.

Da auch bei sorgfältigster Arbeit durch das Schwinden des Betons nachträglich sich Fugen bilden, war es erforderlich, durch Injektionen diese Hohlräume auszufüllen (Abb. 32).

Ebenso wichtig jedoch, wie der dichte Anschluß der Stollenschale an die Felswand, war auch die innere Abdichtung des Stollens, die aus einem in fetter Mörtelmischung aufgebrachten Torkretputz bestand (Abb. 33).

Wesentlich komplizierter waren die Verhältnisse im Südstollen.

Der ständige Wasserzufluß behinderte die Arbeiten sehr und nur durch Einbau von zwei weiteren Sperrmauern in Entfernungen von 140 bezw. 240 m vom Südende der Anhydritstrecke gelang es, einzelne Arbeitsstellen zu schaffen und in diesen mit Hilfe kleiner Wasserhaltungen den Sohlenbeton einzubringen.

Erst als die Bauarbeiten in Urfeld soweit fortgeschritten waren, daß die Pumpenanlagen ausgebaut und die Schützen geschlossen werden konnten, war der Stollen endgültig wasserfrei.

Zur Ermöglichung der Wasserabkehr war es notwendig, eine weitere Teilung des Sohlenprofils vorzunehmen. Es ergab sich also neben den beiderseitigen Arbeitsfugen über der Sohle auch noch eine solche in der Mitte der Sohle, die jedoch gleichfalls durch Einbringung von Verbindungseisen unschädlich gemacht wurde. Im übrigen unterschied sich die Ausführung nicht von der der Nordstrecke.

Neben den Betonarbeiten im Südstollen waren die Arbeiten der Armierung, Torkretierung und Hinterspritzung in Angriff genommen worden, deren Bewältigung einen umfangreichen Maschinenaufwand erforderte. Die Preßlufterzeugung mußte durch zwei weiter beschaffte Kompressoren auf 46 cbm/min. gesteigert werden. 6 Tektoren zur Aufbringung des Torkretputzes und der Eisenbetonschicht, 4 Hinterspritzungsapparate und 1 Hochdruckkompressor waren in Tätigkeit.

Die Stollenbelegschaft, die in 3 Schichten arbeitete, wurde auf einen Stand von 500 Mann gebracht.

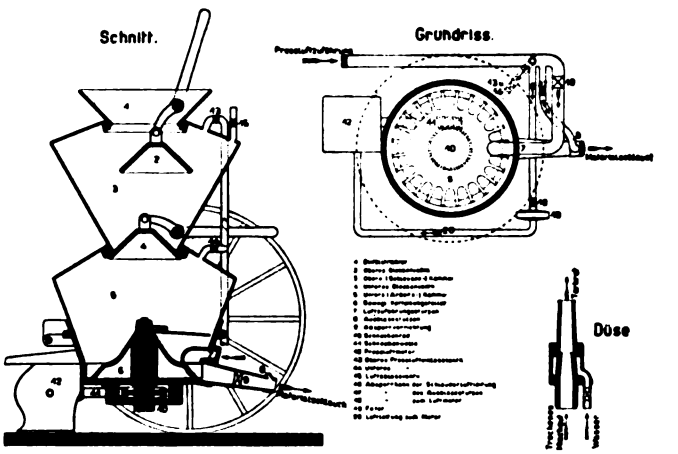


Abb. 34. Tektor zur Herstellung der Zementaufspritzung.

Mit diesem ganzen Apparat gelang es, bis zum Oktober 1923 die Arbeiten soweit zu fördern, daß alle Maschinen mit sämtlichen Rüstungen und Transporteinrichtungen aus dem Stollen entfernt werden konnten.

Anfang Oktober mußte nämlich die Transportöffnung in der Staumauer des Wasserschlosses, durch die der ganze Verkehr aus dem Stollen hindurchgeleitet worden war, geschlossen werden. Von diesem Zeitpunkt ab wurde der nunmehr unbedeutende Verkehr durch einen Fensterstollen geleitet, der vom Entleerungsstollen aus hinter der Entleerungsschütze ins Freie mündete.

Im November 1923 wurden dann sämtliche Wasserstellen in Stollen geschlossen, und die Stollenentwässerung durch die Anhydritstrecke eingebaut. Im Dezember erfolgte die erste Probefüllung.

Besondere Schwierigkeiten hatten noch im Südstollen die Torkretierungsarbeiten an den zahlreichen feuchten

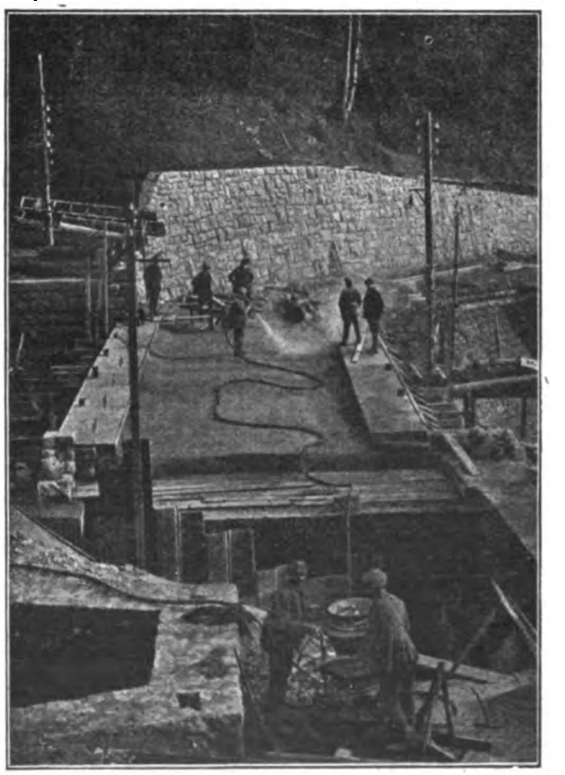


Abb. 35. Torkretarbeiten an der Eisenbetonbrücke über das Einlaufbauwerk

Digitized by Google

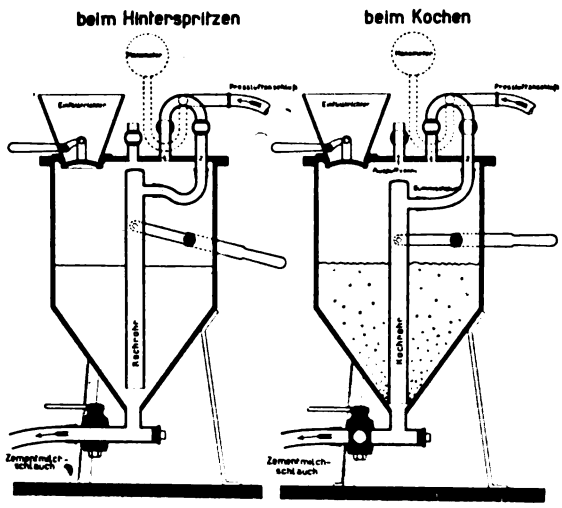


Abb. 36. Zement-Injektions-Apparat.

Betonstellen, an denen Druckwasser je nach Witterung in erhöhtem oder geringerem Umfang zum Austritt kam, bereitet. Auch die Abdichtung dieser Stellen nach erfolgter Torkretierung war sehr mühsam und erforderte große Ausdauer. Es waren wohl vor der Betonierung alle Quellen in Röhren gefaßt und in den Entwässerungskanal eingeleitet worden, auch für Tropfwasser, das sich oft unregelmäßig über den ganzen Umfang des Profils verteilt vorfand, hatte man Drainagen angeordnet, die nach dem Entwässerungsgraben führten. Trotzdem zeigte sich nach Aufbringung des Torkretputzes, daß derselbe an vielen Stellen nicht zur Erhärtung gekommen war und wieder entfernt werden mußte. Es war eben nicht möglich, alle Wasseradern, die aus dem Berginnern kamen, so abzuleiten, daß hinter dem Stollenmantel der ganze Wasserdruck weggenommen war. Der Versuch, den Wasserzulauf vor der Torkretierung durch die Hinterspritzung zu unterbinden, brachte zwar an vielen Stellen eine Besserung, führte aber nicht vollständig zum Ziel. Man versuchte nun das Druckwasser vor dem Torkretieren zusammenzudrängen und in Röhren zu fassen, die nach Erhärten des Torkrets geschlossen werden sollten. Der Wasserzulauf wurde jedoch allmählich so stark, daß ein Zurückdrängen und Schließen der Oeffnungen das Abdrükken des Torkretputzes an anderen Stellen zur Folge hatte. In solchen Fällen wurden die Wasserfassungen zwischen Beton und Putzschicht vorgenommen und in eigenen Rinnen dem Wassergraben zugeleitet.

Im Anschluß an die Ausführungen über den Kesselbergstollen einiges über das Torkretverfahren.

Torkret, auch Gunit genannt, ist ein mit dem Torkretapparat (Tektor-Zementkanone) aufgespritzter Zementmörtel.

Die Bedienung und die Arbeitsweise des Tektors sind äußerst einfach (Abb. 34).

Vor Beginn der Arbeiten wird die Kammer (5) mit trockenem Mischgut gefüllt, Preßluftleitung und Materialschlauch sind am Tektor, die Wasserleitung an der Düse angeschlossen. Alle Hähne und Ventile des Luftrohrsystems sind geschlossen, nur Absperrvorrichtung 9) bleibt geöffnet.

Bei Inbetriebsetzung ist die obere Glocke (2) fest anzudrücken. Hahn 16 wird teilweise geöffnet, bis das Manometer ¾—1 Atm. Druck zeigt. Nun wird Hahn 17 etwas geöffnet, damit Nebenluft in den Materialschlauch strömt, ohne die Maschine zu berühren; alsdann wird Motor (12) mit Hahn 18 in Betrieb gesetzt. Hahn 16 ist jetzt soweit zu öffnen, bis ein gleichmäßiger Materialstrom bei zirka 2,5 Atm. aus der Düse tritt. Gleichzeitig muß der Düsenführer den Wasserhahn an der Düse öffnen und den Wasserzusatz ständig regulieren.

Zur Ermöglichung eines kontinuierlichen Betriebes ist es notwendig, den Tektor alle 2 - 3 Minuten nachzufüllen. Das untere Glockenventil (4) wird fest angedrückt und das Auspuffventil 15 geöffnet. Sobald die Druckluft der Oberkammer entströmt ist, fällt das obere Glockenventil (2) von selbst und wird dann Material durch den Trichter (1) eingebracht. Der Auspuff (15) und das obere Glockenventil (2) werden wieder geschlossen und mit Hahn 13 wird wieder Luftüberdruck in der Kammer hergestellt; sobald dies erreicht ist, fällt das untere Glockenventil (4) und das Material gleitet in die untere Kammer (5).

Bei Außerbetriebsetzung des Tektors wird zuerst der Luftmotor mit Hahn 18 abgestellt, dann die Absperrvorrichtung 9 geschlossen und Nebenluft durch Oeffnung des Hahnes 17 zur Säuberung des Schlauches eingelassen. Dann wird Auspuffventil 15 geöffnet und gleichzeitig Hahn 16 geschlossen.

Für die Torkretierung wurde vorzugsweise Flußsand bis zu 5 mm Korngröße verwendet, dem zur Erzielung eines wasserdichten Mörtels Portlandzement i. V. 1:4 beigemischt war.

Das Anschießen erfolgte unter einem Druck von zirka 3 Atm. in 1,5—3 cm starken Lagen, sodaß z. B. für eine Torkrethaut von 7 cm Stärke im Stollen ein 2—3maliges Uebergehen an der Seite und 4—5maliges in der Scheitelpartie erforderlich wurde. Hierbei arbeitete man ringförmig von unten nach oben, wobei die Sohle auf eine Breite von ¼ des Profilumfanges vorerst freigelassen wurde. Die Torkretierung der Sohle erfolgte zuletzt.

Bei der Durchführung der Torkretierungsarbeiten im kreisrunden Stollenprofil stieß man anfangs auf große Schwierigkeiten. Eines der Hauptübel war das, daß vielfach die frisch aufgespritzte Schichte unter ihrem Eigengewichte abrutschte und zuweilen auch die vor dem Aufspritzen der neuen Schichte noch nicht abgebundene ältere Schichte mitriß.

Als Ursache dieses zu frühen Anspritzens einer neuen Schichte oder des Anspritzens in zu großer Stärke kam einmal in Betracht, daß anfangs das Bedienungspersonal, welches zur Verfügung stand, nicht geschult war und keinerlei Urteil besaß hinsichtlich der Bedeutung dieser Erscheinung, auf der anderen Seite war es wohl auch das Bestreben, möglichst große Leistungen zu erzielen und deshalb rasch zu arbeiten.

Im Laufe der Zeit ist es allerdings gelungen, diesen Minderwertigkeitsfaktor immer mehr auszuschalten, und es kann wohl behauptet werden, daß es bei sorgfältiger, solider Arbeit durchaus gelingt, zwischen den einzelnen Spritzschichten eine vollkommene dichte Verbindung zu erzielen.

Ebenso mußte im Anfang das ungenügende Hinterspritzen der 16—20 mm starken Armierungseisen, die 8—12 cm von einander entfernt waren, beanstandet werden.

Auch hier fehlte es an dem Verständnis der Düsenführer für die Wichtigkeit der vollständigen Umhüllung der Eisen. Dieser Schwierigkeit konnte man gleichfalls nach und nach Herr werden, nachdem die Düsenführer streng angewiesen waren, das Ausfüllen des Raumes zwischen Eisen und Beton durch Bespritzen schräg seitwärts von beiden Seiten vorzunehmen.

Außerordentlich wichtig war auch die Beseitigung des Rückprallsandes in der Sohlenpartie. Beim Spritzen der höher gelegenen Stellen lagerte sich unterhalb reichlich Rückprallsand ab. Für den Düsenführer lag nun die Versuchung sehr nahe, den Rückprallsand zu überspritzen.

Ein solches Vorgehen rächte sich aber dadurch, daß solche Stellen nach Fertigstellung hohl lagen und weggespitzt werden mußten.

Sehr verteuernd wirkt beim Torkretverfahren die große Menge Abfallgut, welches auch Zement enthält, wobei allerdings der Torkretmörtel mit Zement wesentlich angereichert wird. Die Menge des Rückprallsandes variierte sehr nach Form und Größe der Sandkörner bis zu 50% des Mischgutes.

Die Probefüllung des Stollens zeigte sehr gute Resultate. Eine Rissebildung konnte nicht festgestellt werden, was neben der guten Beschaffenheit des Gebirges wohl auch auf die Güte der Torkretschichte zurückzuführen war.

Digitized by Google

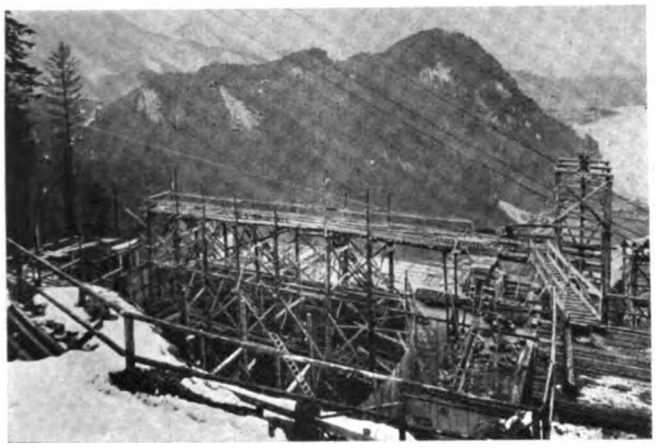


Abb. 37. Betonieren der Staumauer am Wasserschloß.

Das Torkretverfahren kann sohin zur Herstellung von Druckstollen, sei es nun zur Aufbringung einer schwächeren, wasserdichten Putzschichte, oder zum Einbau einer stärkeren mit Eisen bewehrten Dichtungsschicht unter der Voraussetzung als geeignet erachtet werden, daß die Ausführung in der zuverlässigsten und sachgemäßesten Weise erfolgt.

Bei der Einlaufkanalbrücke in Urfeld (Abb. 35), im Wasserschloß und an der Rohrbahn kam das Verfahren gleichfalls mit gutem Erfolg zur Anwendung.

Auch über die beim Kesselbergstollen in großem Umfange durchgeführten Zementeinpressungen mögen noch einige Worte gestattet sein.

Die Zementeinpressungen (Injektionen) wurden mit dem Zementinjektor der Torkretgesellschaft Berlin ausgeführt (Abb 36).

Der Unterschied zwischen diesem Apparat und den bisher üblichen Wolfsholz-Injektoren besteht darin, daß bei der gewöhnlichen Wolfsholzspritze ein Rührwerk eingebaut ist, welches die Erhärtung und Entmischung der Einspritzmasse im Behälter verhindert, während bei dem neuen Zementinjektors statt des Rührwerks ein sogenanntes „Kochrohr" angebracht ist, welches Preßluft auf den Boden des Behälters leitet. Die aufsteigenden Luftblasen verursachen ein „Kochen" der Füllmasse, die dadurch ständig in Bewegung bleibt.

Die Handhabung ist sehr einfach. Der Behälter wird mit Zementmilch durch den Trichter gefüllt, Preßluft- und Zementmilchschlauch angeschlossen, der untere Hahn geöffnet und mit Hahn 1 Preßluft in den Behälter eingelassen, deren Druck auf die Zementmilch die Einpressung der Masse in das Einspritzrohr bewirkt.

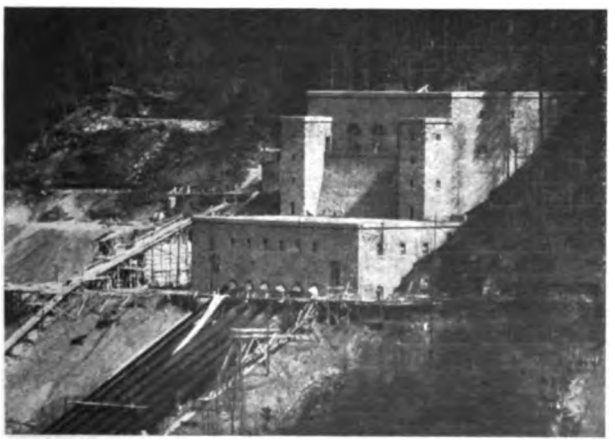


Abb. 38. Fertiges Wasserschloß.

Ist der Apparat nicht in Tätigkeit, dann wird Preßlufthahn 1 und der Hahn zum Zementmilchschlauch (unten) geschlossen, das Auspuffventil geöffnet, das Kochrohr auf den trichterförmigen Boden des Behälters leicht aufgesetzt und der Preßlufthahn 2 geöffnet.

Die Hinterspritzung erfolgte mit einem Betriebsdruck von 4—5 Atm. im Behälter. Notwendig war im Windkessel beim Kompressor ein Druck von 5—6 Atm., da der Druckabfall in den Leitungen bis zur Verwendungsstelle etwa 1 Atm. betrug. Der Fassungsraum des Injektors beträgt 250 l.

Die ¾zölligen Einspritzrohre wurden zum Teil gleich mit einbetoniert, zum Teil wurden die Löcher nachträglich in die Stollenwand eingebohrt. Die Anordnung der Löcher erfolgte regelmäßig in 2 m Abstand über den ganzen Querschnitt. Die Sohle wurde mit Ausnahme der Anhydritstrecke nicht hinterspritzt.

Die Einspritzmenge war sehr schwankend; während in einzelne Löcher überhaupt nichts eingedrückt werden konnte, war an anderen Stellen eine mehrmalige Füllung des Injektors notwendig (das größte beobachtete Quantum für ein Loch betrug 2750 kg Zement oder 3000 Liter Zementmilch).

Die Zementmilch wurde sehr dünnflüssig angemacht (etwa 1—1½ Teil Wasser auf 1 Teil Montanzement).

Bei Einspritzstellen mit großer Einspritzmenge wurde den nachfolgenden Mischungen zum Teil ein Sandzusatz beigegeben, etwa im Verhältnis von 1 Teil Montanzement zu 1 Teil Schweißsand (bis zu 1 mm Korngröße), oder wenn statt Sand Traß beigemengt wurde, i. V. 1 Teil Zement zu 1—3 Teilen Traß.

Insgesamt wurden im Druckstollen 4014 Löcher hinterspritzt.

Die Hochdruckeinspritzungen in den Kontaktzonen der Anhydritstrecke erfolgten mit einer besonderen Hochdruckanlage mit 12 Atm. Druck.

Wasserschloß (Abb. 4).

Mit den Erd- und Felsarbeiten am Wasserschloß wurde nach Einrichtung der Baustelle im Sommer 1919 begonnen.

Die Bohr- und Sprengarbeiten gestalteten sich um so schwieriger, je weiter der Ausbruch fortschritt und die Mineure gezwungen waren, zum Teil nur auf schmalen Felsbändern stehend, an den nahezu senkrechten Wänden in bedeutender Höhe zu arbeiten.

Nach zwei Jahren waren 25 000 cbm Felsmassen gelöst und zur Anlage von seitlichen Arbeitsplätzen verwendet, so daß zum Einbau der Sohle und dem Aufbau der Umfassungsmauern geschritten werden konnte.

Der ursprüngliche Plan, für die Betonbereitung den Stollenausbruch, der in großen Mengen aufbereitet neben der Baustelle lag, zu verwenden, mußte aus den bereits bekannten Gründen aufgegeben werden.

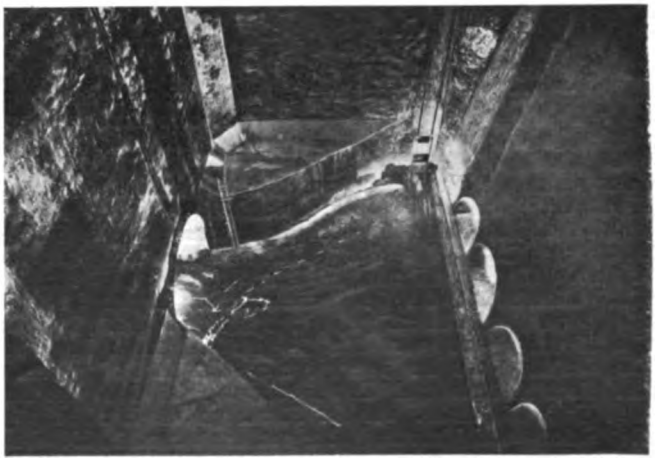


Abb. 39. Tiefblick in das leere Wasserschloß (links Stollenmund, rechts Rohreinläufe, in der hinteren rechten Ecke Entleerungsschleuse).

Digitized by Google

Es war nun die Aufgabe zu lösen, möglichst rasch und in großen Mengen einwandfreies Beton-Material zum Wasserschloß hinaufzubringen.

Die bisherigen Baueinrichtungen waren nicht ausreichend. Auf der Jochwiese mußten raschestens zwei Kiestransportgeleise hergestellt werden, die die Kiesmengen vom Lagerplatz am Kochelsee teils zur vorhandenen Seilbahn auf der Westseite der Rohrbahn verbrachten, und zum Teil östlich derselben den Anschluß an eine neue dreigleisige Seilbahn herstellten.

Diese sogenannte Ostbahn leistete in 24 Stunden 200 cbm. Sie entleerte in ein 700 cbm fassendes Silo am Wasserschloßplatz, aus dem die Betonmaschinen ihren täglichen Bedarf deckten.

Nach diesen Aenderungen der Baudisposition nahmen im Mai 1922 die Betonierungen ihren Anfang, und als werden und war im April 1923 für die Aufstellung der Drosselklappen und Oeldruckanlagen montagebereit.

Noch einiges über die Staumauer.

Das in den Felshang eingebaute Wasserschloßbecken ist auf der Talseite durch eine 24,5 m hohe, auf Felsen stehende Schwergewichtsmauer abgeschlossen. Obwohl der Staubehälter ein in sich geschlossenes, auf Fels gegründetes Gefäß darstellt, in dem Rissebildungen durch besondere Temperaturbewehrungen begegnet wurde, wurde bei der Berechnung der Staumauer ein dreieckförmiger Unterdruck angenommen.

Bei vollem Unterdruck auf der Wasserseite und Unterdruck gleich Null auf der Luftseite, beträgt bei vollem Becken die größte Bodenpressung 6 kg/qcm, die kleinste = — 1,1 kg/qcm; die Standsicherheit 1½; bei 60% Unterdruck auf der Wasserseite und Unterdruck gleich Null auf

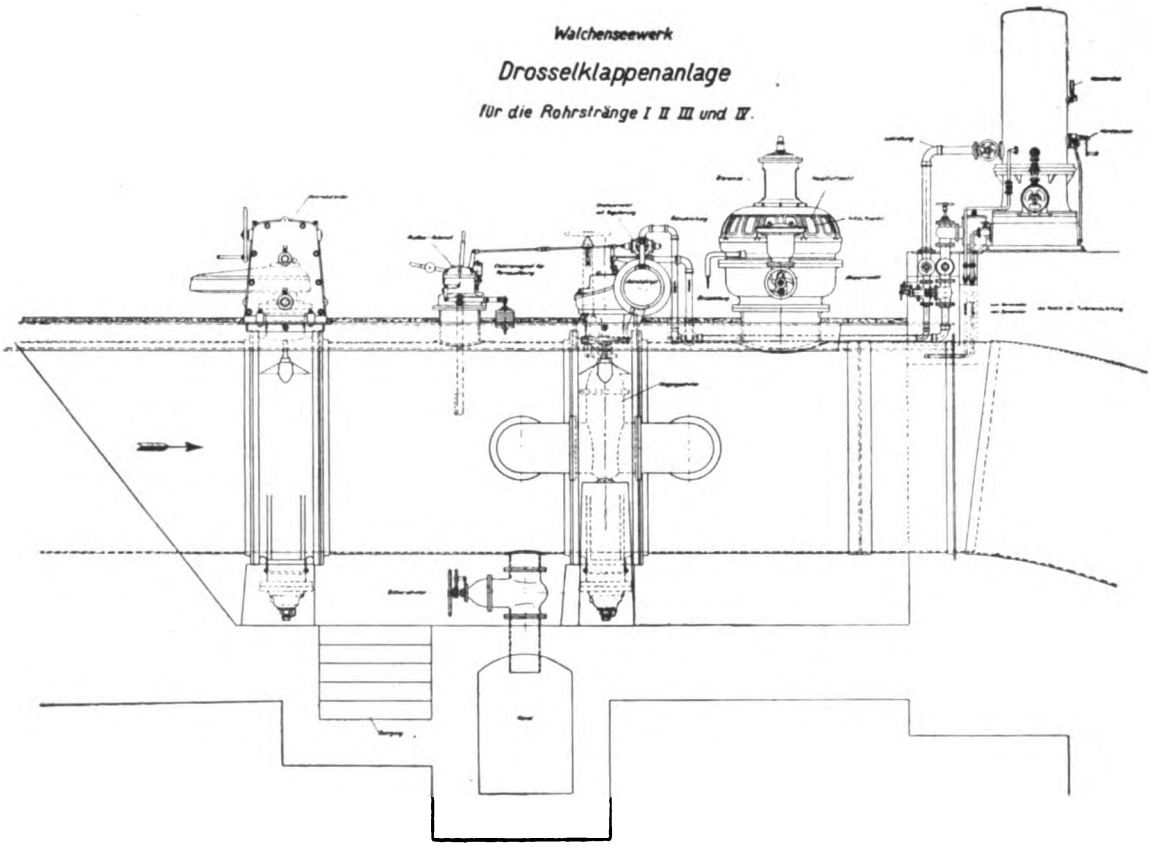


Abb. 40. Apparatenhaus, Schnitt durch einen Rohreinlauf.

die Arbeiten im Dezember wegen Frost eingestellt werden mußten, war die Staumauer mit Seitenwänden bereits 2 m über Walchenseespiegel hochgeführt, war also ohne nennenswerte Unterbrechungen in einem Zuge betoniert worden. Das günstige Frühjahr 1923 gestattete frühzeitig die Wiederaufnahme der Arbeiten und Ende März 1923 war das eigentliche Wasserschloß bis Gesimshöhe gediehen, so daß mit dem Unterbau und dem Lehrgerüst für die Eisenbetonbogenbinder des Dachgeschoßes begonnen werden konnte. Die Betonierungsarbeiten folgten im Sommer. Nach Herstellung des Daches wurden im September 1923 die gewaltigen Rüstungen ausgebaut. Es erfolgte noch die Montage des vor dem Einlauf liegenden Rechens, die Dichtung des im Sommer ausgeführten Torkretputzes der Beckenwände und die Aufbringung des Sohlenputzes, und Ende November war der Riesenbehälter betriebsfertig. Die Beton- und Maurerarbeiten umfaßten rund 16 000 cbm.

Das vorgebaute Apparatehaus konnte gleichfalls während des milden Winters im Jahre 1923 unter Dach gebracht

der Luftseite beträgt bei vollem Becken die größte Bodenpressung 5,6 kg/qcm, die kleinste — 0,1 kg/qcm; die Standsicherheit 2,0.

Zur Beseitigung von Unterdruck wurde in der Sohle eine Reihe von Drainagen angelegt; die Gesamtwasserführung der Drainagen des Wasserschlosses schwankte bei der Probefüllung zwischen 0,007 und 0,08 sec/l. Die zur Messung des Unterdruckes eingebauten Manometer zeigten keinen Unterdruck an.

Die Betonierung der Staumauer i. M.-V. 1:12 erfolgte zur Vermeidung ungünstiger Arbeitsfugen in verzahnt angeordneten Teilkörpern; zur Uebertragung der Schubkräfte wurden die Pfeiler zwischen den Auslaufrohren durch Eisenschienen verstärkt.

Beckenwandungen und Sohle wurden auf 1,2 m Stärke im M.-V. 1:6 mit Traßzusatz ausgeführt; alle Ecken erhielten Voutenausbildung und kräftige Eisenarmierung zur Vermeidung von Rissebildung infolge Schwindens und der Temperatureinflüsse. Ebenso wurde die ganze Innen-

Digitized by Google

Abb. 41. Apparatenhaus, selbsttätige Drosselklappen und Druckölanlage.

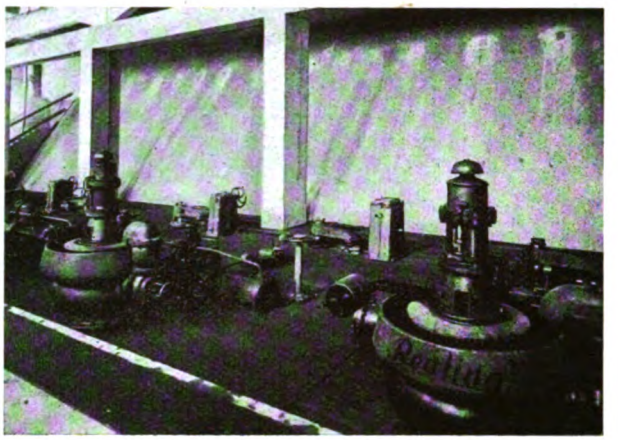


Abb. 42. Apparatenhaus, selbsttätige Drosselklappen.

fläche des Beckens mit einer kreuzweisen Eisenbewehrung von 8 mm starken Rundeisen gegen Schwinden und Temperatur versehen.

Die Wasserdichtigkeit wurde durch einen 2 cm starken Torkretputz mit zweimaligem Inertolanstrich erzielt.

Apparateausrüstung.

Im Apparatehaus sind die oberen Abschlußorgane von 2250 mm l. W. für die sechs Druckrohrleitungen untergebracht. Sie bestehen aus zwei hintereinander geschalteten Drosselklappen (Abb. 40), von denen jeweils die nach der Staumauer zu gelegene von Hand, die andere durch Oeldruck vom Apparatehaus aus von Hand wie vom Krafthaus aus mittels elektrischer Fernsteuerung betätigt werden kann. Die durch Oeldruck gesteuerten Drosselklappen schließen bei Rohrbrüchen unter Einwirkung von Rohrbruchautomaten, die auf dem zwischen den beiden Klappen eingebauten Zwischenstück befestigt sind, selbsttätig.

Das erforderliche Drucköl von 20 Atm. wird durch elektrisch angetriebene Pumpen erzeugt. Bei Stromstörungen erfolgt der Antrieb der Pumpen durch eine kleine Peltonturbine, die unmittelbar vom Wasserschloß her gespeist wird und bei Sinken des Oeldruckes unter eine gewisse Grenze selbsttätig anspringt.

Sämtliche Drosselklappen sind mit Zeigerwerken versehen, die die jeweilige Stellung der Klappen im Apparatehaus ersichtlich machen. Eine Fernmeldung ermöglicht außerdem, die jeweilige Klappenstellung auch im Krafthaus zu erkennen.

Um bei etwaigem Entstehen von Unterdruck in den Rohrleitungen ein Eindrücken der Rohre durch den äußeren Atmosphärendruck hintanzuhalten ist jede Rohrleitung hinter der automatischen Drosselklappe mit einem selbsttätigen Belüftungsventil von 750 mm lichte Durchgangsweite versehen, das bei einem auftretenden Vakuum in der Rohrleitung von 10% an sich öffnet. Das Belüftungsventil ist zugleich mit einem Entlüftungsventil verbunden, das insbesondere beim Anfüllen einer Rohrleitung in Tätigkeit zu treten hat (Abb. 41 und 42).

Ein einfacher, handbetätigter Laufkran von 10 Tonnen Tragkraft bei 11,5 m Spannweite wurde für Montagezwecke eingerichtet und dient auch für Ueberholungsarbeiten.

Das Apparatehaus enthält ferner das elektrisch betriebene Windwerk für die neben der Rohrbahn verlaufende Seilbahn.

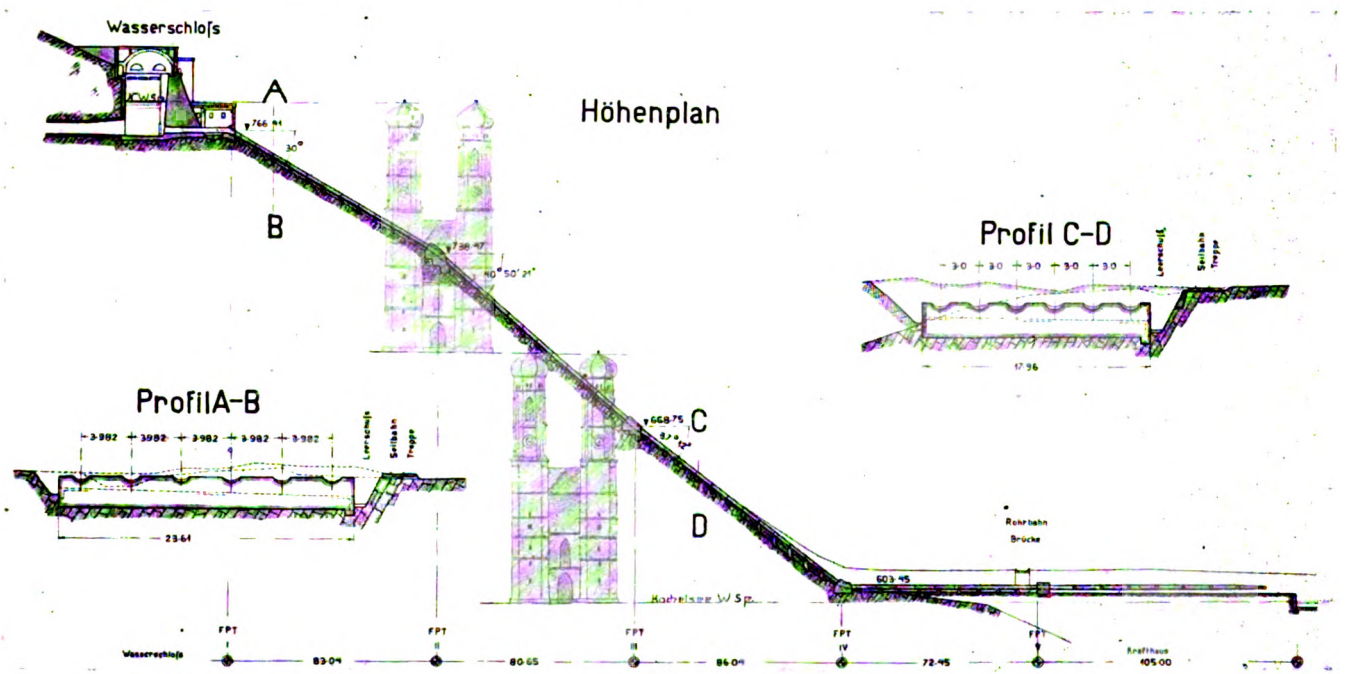


Abb. 43. Rohrbahn, Längenprofil.

Digitized by Google

Abb. 44. Festpunkt II der Rohrbahn.

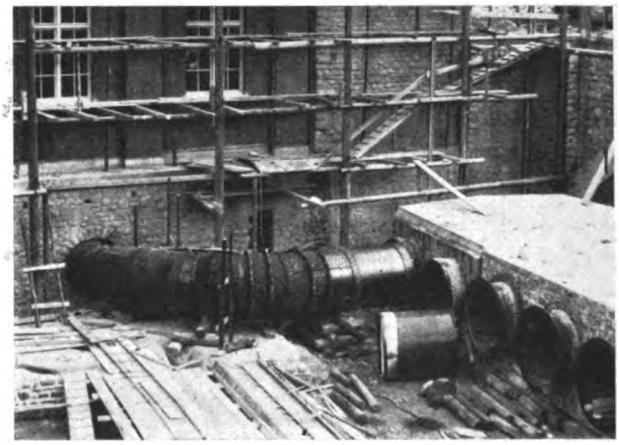


Abb. 45. Festpunkt IV der Rohrbahn und Eintritt ins Krafthaus.

Rohrbahn.

Die Rohrbahn umfaßt eine Steilstrecke mit zwei Geländebrechpunkten zwischen den Festpunkten I und IV und eine horizontale Strecke zwischen Festpunkt IV und dem Krafthaus (Abb. 43).

Der Beginn der Arbeiten fällt in das Jahr 1919. Da es außerordentlich wichtig war, möglichst bald zwischen den ausgedehnten Werk- und Lagerplätzen auf der Jochwiese und der Arbeitsstelle am Wasserschloß ein leistungsfähiges Transportmittel zu besitzen, so wurden zuerst die Erd- und Felsarbeiten für die auf der Westseite der Rohrbahn gelegene Seilbahn und dann erst die eigentlichen Rohrbahnarbeiten in der Steilstrecke, die einen Aushub von zusammen 25 000 cbm ungebundenen Materials umfaßten, in Angriff genommen. Nach Beseitigung der Ueberlagerung ging man zu den Felsarbeiten über, die die Lösung von 13 000 cbm erforderlich machten und an dem Steilhang sich außerordentlich schwierig gestalteten. Die Abtragsmassen zwischen Festpunkt 1 und 2 wurden seitlich im östlichen Lagerplatz untergebracht, das zwischen Festpunkt 2 und 4 angefallene ungebundene und gebundene Material wurde abwärts transportiert und von einem am Fuß der Rohrbahn montierten Löffelbagger auf Züge verbracht, die das Material am Kochelseeufer kippten.

Der Beginn der Betonarbeiten fiel in den April 1922; sie erstreckten sich auf die Dauer eines Jahres.

Insgesamt waren für den Aufbau der Festpunkte 1—4 und der zwischenliegenden Auflagerklötze 9000 cbm Mauerwerk zu erstellen (Abb. 44).

Die Auflagerklötze und Festpunkte sind durchwegs auf Felsen gegründet. Die Auflagerklötze haben den Schub infolge Reibung bei Temperaturbewegung des Rohres aufzunehmen.

Die Festpunkte sind so berechnet worden, daß sie den Schub der gefüllten oberhalb gelegenen Leitung bis zum nächsten Fixpunkt, den statischen Druck der Wassersäule infolge Richtungsänderung der Rohre, die Schleppkraft des fließenden Wassers und vor allem die Stoßwirkung bei plötzlichem Turbinenschluß aufnehmen können.

An den Festpunkten sind die Krümmer zur Uebertragung der in der Rohrleitung auftretenden Kräfte auf die Fundamente mit Eisenankern versehen; außerdem sind in den Umhüllungsbeton Rundeisengeflechte eingelegt worden, um die Arbeitsfugen über dem Fundamentbeton zu decken und der Bildung von Schwind- und Temperaturrissen zu begegnen, insbesondere auch um die durch die Formänderungen der Rohre bei Innendruck auftretenden Kräfte in Beton aufzunehmen.

Als Mischungsverhältnis für den Beton wurde durchwegs ein solches von 1:12 eingehalten.

Sämtliche Außenflächen der Festpunkte und die Vorderflächen der Auflager wurden mit geschichteten Bruchsteinmauerwerk in gleicher Weise und mit demselben Material wie das Wasserschloß verkleidet.

Die zwischen den einzelnen Auflageklötzen bloßgelegten Felsoberflächen wurden zum Schutze gegen Verwitterung nach gründlicher Reinigung und Beseitigung aller losen Felsteile im Torkretverfahren mit einer Mörtelschichte überzogen und gegen die Schußrinne zu entwässert.

Zwischen Festpunkt IV und dem rund 80 m vom Fuß des Berges entfernten Krafthaus verläuft die Rohrbahn horizontal. Infolge der seitlichen Stellung des Krafthauses und parallel zur Rohrbahnachse müssen die Rohre vor Eintritt umbiegen (Abb. 45).

Diese Anordnung wurde hauptsächlich aus dem Grunde gewählt, daß bei allenfalsigen Rohrbrüchen das Wasser unschädlich in das am Ende des Krafthauses angelegte Tosbecken abfließen kann; sie bedingte den Einbau eines längs des Krafthauses gelegenen Festpunktes, der die Auslaufkrümmer so festhält, daß zwischen deren Endflansch und dem Flansch der mit der Turbine verbundenen Absperrschieber keine Kräfte übertragen werden können.

Außerdem wurde zwischen Fixpunkt IV und Krafthaus, um die Richtungsänderung der Rohre allmählich durchzuführen, ein weiterer Fixpunkt eingeschaltet.

Die Verhältnisse für diese beiden Festpunkte sind wesentlich anders als für die am Berghang gelegenen. Die infolge des Wasserdruckes hier auftretenden Kräfte sind horizontal gerichtet; ihre Aufnahme in Verankerungen, die im Felsuntergrund hätten befestigt werden können, war nicht möglich, da ein solcher nicht vorhanden war. Die Betonklötze konnten hier nur auf festgelagertem Moränenschutt zur Ausführung kommen. Wenn dieser auch im allmeinen als guter Baugrund gelten konnte, so war es bei Festpunkt VI doch nicht möglich, den Horizontalschub, der bei jedem Endkrümmer 960 to im ungünstigsten Belastungsfall ergab, allein durch das Gewicht bezw. durch Reibung des Betonklotzes auf den Untergrund aufzunehmen. Es waren noch besondere Maßnahmen erforderlich. Die horizontale Kraft mußte mit einer kräftigen Betonrippe auf die nördliche Tosbeckenmauer übertragen werden, beim Festpunkt V sind die Kräfte wesentlich kleiner, sodaß man sich hier mit einer sägeförmigen Ausgestaltung der Fundamentsohle begnügen konnte.

Schwierig war auch die Erfüllung der Bedingung, daß die Endflanschen der Rohrkrümmer keine Kräfte übertragen sollten, und zwar deshalb, weil die Belastung des Festpunktes infolge des Wasserdruckes erst nach Fertigstellung des Anschlusses an den Turbinenschieber auftritt. Die Bodenpressung wächst an den äußeren Kanten hierdurch auf das Doppelte und elastische Verschiebungen des Festpunktes wären nicht ausgeschlossen. Es mußte desgrund in der Zone der höheren Randspannungen tragfähiger gemacht werden und zwar im Verhältnis der Zunahme dieser Spannungen.

Dies suchte man durch Dichtung des Untergrundes mittels der in Bayern bisher noch wenig ausgeführten Betonkonuspfähle zu erreichen. Bei dieser Art von Pfählen

Digitized by Google

wird ein konisches, teleskopartiges in 3 Teile geteiltes Rohr aus starkem Eisenblech in den Boden gerammt, stückweise mit Beton gefüllt und unter fortwährendem Nachstampfen des Betons in seinen einzelnen Teilen wieder herausgezogen. Auf diese Weise bleibt die durch den Rammvorgang im Boden erzeugte Dichtung erhalten.

Die Betonfestpunkte der horizontalen Strecke wurden in ähnlicher Weise wie die der Steilstrecke armiert. Aus statischen Gründen sind bei Festpunkt VI je 2 Krümmer in einem Betonklotz vereinigt; dabei genügen die einerseits durch die Krafthauswand und andererseits durch die Nachbarrohre bestimmten Begrenzungslinien nicht, um die auf den Boden treffenden Spannungen genügend klein halten zu können; es war notwendig, das Fundament des Betonklotzes für je zwei Rohrkrümmer durch eine unter das Nachbarrohr reichende Krapplatte zu vergrößern.

Abb. 46. Rohrbahn.

Unmittelbar unterhalb eines jeden Fixpunktes sind die sämtlichen Rohrstränge mit Expansions-Stopfbüchsen versehen, die den Rohren gestatten, den durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Längenänderungen frei zu folgen, sodaß zusätzliche Spannungen im Rohrmaterial und unzulässige Schübe auf die Fixpunkte vermieden werden (Abb. 47).

Die Stopfbüchse besteht aus 2 kurzen Rohrteilen, die an die Nachbarrohre durch Winkelflansche verschraubt werden und von denen die eine über die andere sich frei

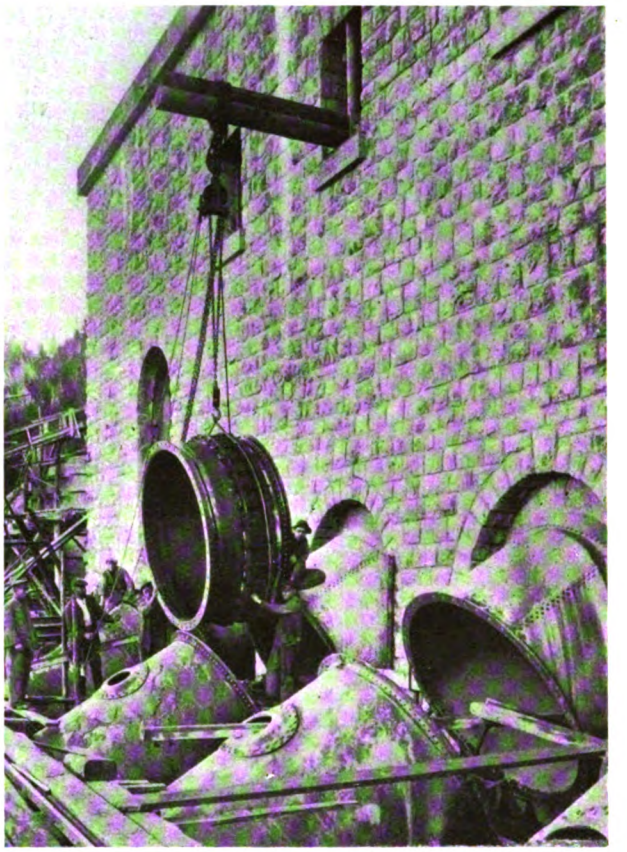


Abb. 47. Einbau einer Stopfbüchse am Festpunkt I.

Druckrohrleitung.

Die Druckrohrleitung besteht aus 6 eisernen genieteten Rohrsträngen (Abb. 46).

Die mittlere Länge der Rohrleitung beträgt etwa 430 m; der Abstand der Rohrachsen geht von 4,40 m im Schieberhaus auf 3 m vom Fixpunkt 2 abwärts herab. Der lichte Durchmesser der Rohre verringert sich von 2,50 m bei den Einlauftrompeten auf 1,85 m vor den Einläufen in das Krafthaus; die Wandstärke nimmt zu von 10 mm bis 27 mm.

Das Material ist Siemens-Martin-Flußeisenblech. Die Baulänge der einzelnen Rohre beträgt 8 m. Jedes Rohr besteht aus 3 genieteten Schüssen, deren Längsnähte um 180° versetzt sind. Die Verbindung der Schüsse untereinander, sowie der einzelnen Rohre und die Herstellung der Längsnähte erfolgte bis zum Fixpunkt 2 durch Ueberlappungsnietung, von hier ab der größeren Sicherheit halber bei steigendem Druck durch Laschennietung.

Die Nietung ist durchwegs mit innen halbversenkten Nieten ausgeführt und so berechnet, daß an den Nähten selbst bei den Betriebsstößen, wie sie infolge plötzlicher Entlastung der Turbinen auftreten können, immer noch eine mehr als 3-fache Sicherheit besteht.

hinwegschieben kann; hierbei besteht die Dichtung aus einem in mehreren Lagen herumgelegten geteerten Hanfseil.

Zur Erleichterung des Gleitens der Rohre bei Temperaturänderungen und zur Uebertragung des Rohrdruckes auf die Rohrauflagerklötze sind diese mit Rohrsätteln aus Flußeisenblech von 10 mm Stärke ausgerüstet.

Der Transport der bis zu 14 to schweren Rohre vom Bahnhof Kochel zur Baustelle erfolgte auf Lastkraftwägen; am Lagerplatz in Altjoch wurden die Rohre durch einen Bockkran auf eine Feldbahn umgeladen, die sie zu der neben der Rohrbahn verlaufenden Seilbahn verbrachte. Mit dieser wurden die einzelnen Rohrschüsse auf der Steilstrecke aufwärts befördert und mittels einer Holzrüstung an ihre Einbaustelle gerollt.

Die Montage der Druckrohrleitung begann mit Rücksicht auf den Fortgang der Erd- und Felsarbeiten in der Rohrbahn und auf die damit zusammenhängende Fertigstellung der Festpunkte am Festpunkt II. Es wurden sämtliche 6 Rohre gleichzeitig montiert und zwar wurden sie jeweils vom Festpunkt nach oben hochgeführt.

Nachdem die Strecke von Festpunkt II aufwärts bis zum Wasserschloß fertiggestellt war, erfolgte die Belegung von

Digitized by Google

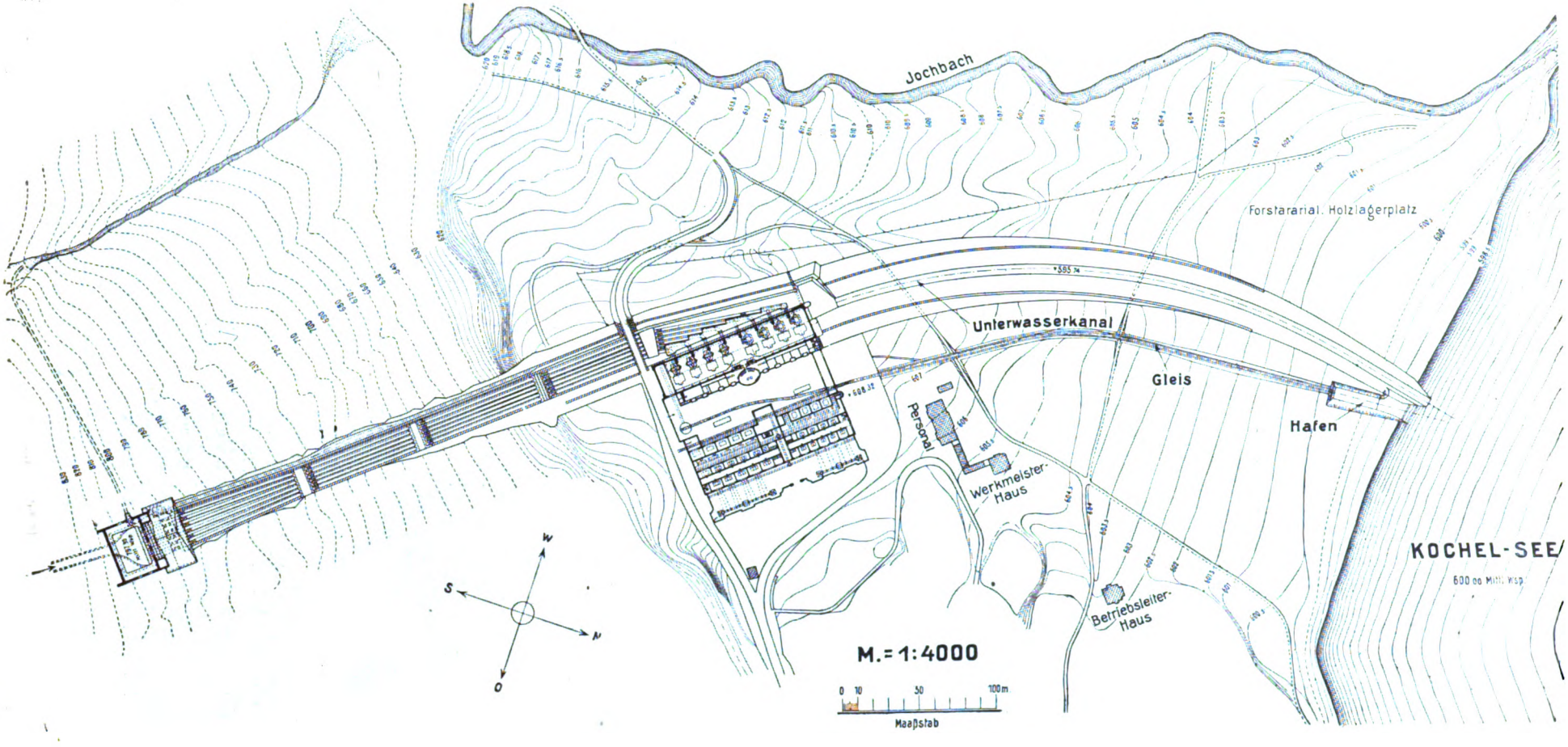


Abb. 48. Gesamt-Lageplan der Kraftwerks-Anlage.

Digitized by Google

Festpunkt III nach Festpunkt II. Die Montage der horizontalen Strecke wurde am Krafthaus begonnen, um auf diese Weise den einwandfreien Zusammenbau der Rohre mit den Turbinenschieber zu gewährleisten.

Sehr hemmend auf den Montagefortgang wirkte die Ruhrbesetzung.

Infolge der Verkehrssperre nach dem unbesetzten Gebiet war es nicht möglich, die bei der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg in Gustavsburg b. Mainz und bei der Dingler'schen Maschinenfabrik in Zweibrücken (Pfalz) hergestellten Rohrteile rechtzeitig an die Baustelle zu bringen. Es ergab sich die Notwendigkeit, fast einen ganzen Strang im unbesetzten Gebiet neu in Auftrag zu geben, um wenigstens einen Teil des Werkes in Betrieb nehmen zu können.

Krafthaus.

Das Krafthaus (Taf. I bis IV und Abb. 48) gliedert sich in der Hauptsache in zwei Teile:

a) den rund 100 m langen und 22 m breiten Maschinensaal und
b) den Krafthausanbau für Betriebsräumlichkeiten und Büros.

Diese Gliederung ist auch in der Baukonstruktion ausgeprägt, weil die Fundamente für die Maschinen wegen ihrer außerordentlichen Beanspruchung und wegen der Anordnung des Turbinenkanals unter dem Krafthaus eine besondere Behandlung erforderten.

Die Fundamentsohle liegt 15 m unter Gelände; die Gründung erfolgte ebenso wie bei den Festpunkten auf festgelagerten Moränenkies.

Mit Rücksicht auf die Wasserstöße, welche die durch die Druckregler in den Unterwasserkanal abgegebenen Wassermassen verursachen, und auf allenfalls auftretenden Schwingungen der Maschinen wurde über eine mittlere Beanspruchung von 2 kg/cm nicht hinausgegangen.

Es mußte deshalb die Turbinenkanalsohle zur Lastverteilung herangezogen und als Fundamentplatte ausgebildet werden, Taf. III und IV.

Die über dem Turbinenunterwasserkanal liegenden Maschinenfundamente zeigen infolge der vielen Aussparungen für die Maschinengruben, Luftkanäle, Rohrdurchbrüche und dergl. eine so komplizierte Form und eine so weitgehende Verschwächung, daß es nicht möglich war, die ganze zur Verfügung stehende Höhe von 3,45 m als Konstruktionshöhe auszunützen; man mußte sich im allgemeinen mit einer höchstens 1 m starken Konstruktionshöhe begnügen.

Aus diesen Gründen kam man zur Ausführung eines geschlossenen Eisenbetonrahmens, dessen Inneres den Turbinenunterwasserkanal bildet und auf dem die Maschinenfundamente ruhen, die gleichfalls mit Rundeisen durchsetzt sind (Taf. III und IV).

Zur Erzielung eines klaren Kräftespieles und zur gleichmäßigen Druckverteilung — auf dem westlichen Stiel sitzt nämlich das Gewicht der Hochbaukonstruktion — wurde der östliche Teil des Maschinenfundamentes als Tragarm ausgebildet.

Die Fundamente des Krafthausanbaues sind einfache Betonfundamente.

Ueber die Bauausführung ist folgendes zu bemerken:

Die Wasserhaltung machte keine Schwierigkeiten, die Arbeiten konnten fast im Trockenen ausgeführt werden. Die Ausschachtung erfolgte mit Eimerbagger bis zur Tiefe des eigentlichen Turbinenkanals, von dort weg mit Greifbagger.

Der Fundamentrahmen wurde in der Weise ausgeführt, daß zuerst die untere Hälfte der Stiele kanalmäßig abgeteuft und betoniert und dann erst der stehengebliebene Erdkern mit dem Löffelbagger beseitigt wurde. Dabei mußte auf einen innigen Verband der später einzubringenden Fundamentsohle mit den Rahmenstielen Bedacht genommen werden. Dies wurde durch Aussparungen erreicht, die zum Teil der Aufnahme von Rundeisen und Eisenbahnschienen dienten, zum Teil einen vollkommenen Anschluß der Sohle ermöglichten (Abb. 49).

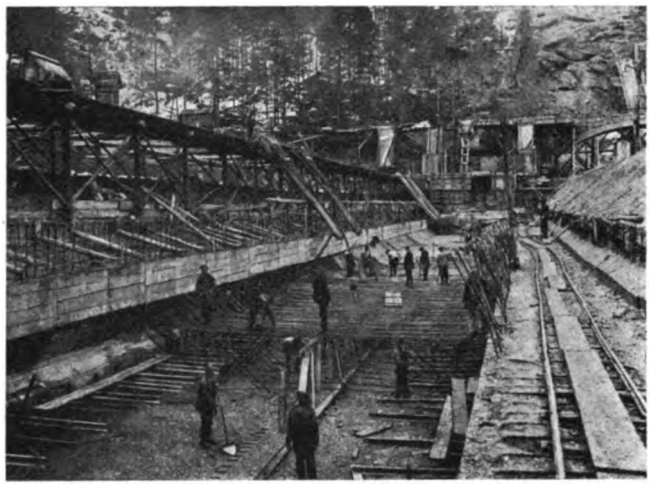


Abb. 49. Fundierung des Krafthauses.

Entsprechend den verschiedenen Beanspruchungen wurden verschiedene Mischungsverhältnisse gewählt, für die Sohle 1:10 mit 0,5 Teilen Traß, für die Seiten 1:10 mit einem wasserdichten Vorsatzbeton und für die Turbinenkanaldecke 1:5. Der Wasserzusatz wurde so gewählt, daß die Mischung eben noch plastisch war.

In dem an die Maschinenfundamente anschließenden Teil des Krafthausunterbaues kamen durchaus Eisenbetondecken zur Anwendung, da wegen der hohen Lage des Hochwasserspiegels die Raumhöhe und somit die Konstruktionshöhe nicht willkürlich gewählt werden konnte.

Auch für den Krafthausüberbau wurde in der Hauptsache Eisenbeton gewählt; die Wände sind aufgelöst in Eisenbetonsäulen mit 5,6 m Axenabstand, welche die durchgehende Kranbahn aus Eisenbeton und das Dach tragen.

Der Dachstuhl (Abb. 50) selbst besteht wegen der größeren Billigkeit und der Möglichkeit des rascheren Arbeitsfortgangs aus eisernen Bindern. Als Besonderheit ist zu bemerken, daß der Dachstuhl statisch nicht für sich allein behandelt wurde, sondern einen Teil der zur Anwendung gekommenen Gelenkkonstruktion darstellt.

Für die Wahl des statischen Systems war ausschlaggebend, daß infolge des Winddruckes auf die westliche Krafthauswand und infolge der großen Kranbelastung Momente auftreten, denen eine freistehende Wand nicht gewachsen ist und für die auch eine Einspannung in das Maschinenfundament nicht ausreichte. Man benützte deshalb die durch den Krafthausanbau gegebene Umrißlinie zur Unterbringung eines Eisenbetonzweigelenkrahmens, der den Hauptteil der wagrechten Kräfte aufzunehmen hat und zwar durch Uebertragung des Dachstuhles von den westlichen Pfeilern auf die östlichen. Der Dachstuhl mußte daher an den beiden Auflagern fest mit den Eisenbetonsäulen verbunden werden und wurde als Zweigelenkrahmen mit Zugband ausgebildet.

Aus feuertechnischen und ästhetischen Gründen wurde für den Maschinensaal eine Rabitz- bezw. Monierdecke gewählt, die in der Stärke von 5 cm, begehbar, für eine Nutzlast von 110 kg/qm berechnet, an dem Untergurt der Dachbinder befestigt wurde. Die Pfeilerzwischenräume und der Anbau wurden in Ziegelmauerwerk hergestellt.

Die Zwischendecken in dem Anbau wurden als Eisenbetondecken ausgeführt. Das flache Dach, das zugleich die Decke dieses erdgeschossigen Bauteiles bildet, erhielt zur Erzielung eines guten Wärmeschutzes eine Ausbildung als Hohlsteindecke, d. i. eine Eisenbetondecke mit Hohlsteinauflage, darüber Betonausgleichschichte und Asphaltbelag. Die übrigen Dachflächen wurden mit Ziegeln, Aufbauten usw. mit Kupfer oder verzinktem Eisenblech eingedeckt.

Transformatoren und Schalthaus.

Das Transformatoren- und Schalthaus (Taf. V und Abb. 56 [S. 157]) ist in seinen Hauptkonstruktionsteilen in Eisen-

Digitized by Google

Abb. 50. Maschinenhalle im Bau.

beton, im übrigen in Ziegelmauerwerk ausgeführt. Der Dachstuhl ist als Gitterträger mit aufgesetztem Dreieck und beweglichem Auflager konstruiert. Die Binderentfernung beträgt auf der Drehstromseite 9 m, auf der Einphasenseite 7 m.

Die Decken sind in Eisenbeton, der Abschluß gegen den Dachstuhl über dem Sammelschienenraum in Rabitzkonstruktion erstellt.

Besondere Sorgfalt wurde auf die Ausführung der Oelgruben und insbesondere der Kühlschlangenbassins verwendet. Sie sind als Eisenbetonkästen ohne Verbindung mit dem umgebenden Mauerwerk ausgeführt, sodaß etwaige Setzungen derselben keinen schädigenden Einfluß durch Abreißen usw. ausüben können.

Als trennender Körper erhebt sich zwischen Drehstrom- und Einphasenteil der Werkstättenbau, ausgerüstet mit einem Laufkran von 65 to Tragkraft. Die Werkstätte selbst ist 11 m hoch, darüber befinden sich noch Lagerräume, sodaß die Gesamthöhe des Turmes 22 m beträgt.

Kiesgewinnung.

Es ist noch einiges über das verwendete Beton- und Zuschlag-Material und dessen Gewinnung zu sagen. Die Verwendung des ursprünglich für einen Teil der Bauten vorgesehenen Stollenausbruches war wegen der Anhydritverseuchung nicht möglich. Der Baugrubenaushub war lehmhaltig und nicht brauchbar. So entschloß man sich das Zuschlagmaterial dem Kochelsee zu entnehmen und zwar kam als Entnahmestelle die Loisachmündung in Betracht, wo das Material in der richtigen Beschaffenheit und Zusammensetzung in genügenden Mengen vorhanden war.

Ein mit Dampf betriebener Schwimmbagger förderte den Kiessand in Schiffe, die mittels Motorboot über den See zu einem eigens hergerichteten Anlegeplatz geschleppt wurden.

Ein elektrischer Elevator förderte das Material unmittelbar in die Kieszüge, die zur Verwendungsstelle gebracht wurden oder in einzelne Kippwagen, welche das Material auf Vorratlager verbrachten.

Unmittelbar neben der Kiesanlage wurde eine Sandgewinnungsanlage errichtet; hier brachte ein Elevator den Kiessand auf ein Rüttelsieb, wo er nach Sand, Riesel und größeren Steinen ausgeschieden wurde.

Der Sand fiel in Klippwagen und wurde auf Depot gebracht, die Riesel gingen in die Sandmühle, die Steine in die Quetschmaschine.

Beide Maschinen gaben das Material wieder in den Elevator, wo es mit dem unsortierten Kiessand nochmals das Rüttelsieb passierte, sodaß es nicht von Hand verladen zu werden brauchte.

Die Anlage hat insgesamt 70 000 cbm Material aufbereitet und an die Baustellen geliefert.

Maschinelle Einrichtung des Krafthauses und des Transformatorenhauses.

Die Ausrüstung des Krafthauses mit Maschinen hat, sowohl was Zahl als auch Art und Größe der Maschinen betrifft, seit Aufstellung des Ausführungsprojektes und noch während des Baues mancherlei Wandlung erfahren; für die endgültige Gestaltung des Bauentwurfes war neben der Verwertung der Walchenseekraft für die allgemeine Versorgung des Landes mit Elektrizität auch die Elektrisierung des bayerischen Netzes der Reichsbahnen maßgebend.

Das Krafthaus ist vorgesehen zur Aufnahme von 4 horizontalachsigen Francisspiralturbinen zu je 24 000 PS bei 500 Umdrehungen/min. und von 4 horizontalachsigen Peltonturbinen von je 18 000 PS bei 250 Umdrehungen/min. (Abb. 51).

Mit den Francisturbinen werden Drehstromerzeuger für etwa 6000 Volt und 50 Perioden für die Stromlieferung an das Bayernwerk, mit den Peltonturbinen Einphasenstromerzeuger für ebenfalls 6000 Volt und $16^2/_3$ Perioden für die Stromlieferung an die Reichseisenbahn gekuppelt. Die 4 Drehstromturbinen, von welchen Abb. 52 den ersten Satz zeigt, sind je an einen Rohrstrang angeschlossen, während die 4 Bahnturbinen je zu zweien an einem Rohrstrang hängen.

Bei Inreservestellung je einer Drehstrom- und einer Bahnturbine kann normal eine Spitze von 126 000 PS bewältigt werden. Vorübergehend kann, wenn die Wassergeschwindigkeit im Kesselbergstollen über 4 m/sek. gesteigert wird, was einer Wasserführung von über 80 cbm./sek. entspricht, fast die volle installierte Maschinenleistung von 168 000 PS als Spitze geleistet werden.

Was die Wahl der Turbinenbauarten betrifft, so fiel die Entscheidung bei den Drehstromturbinen auf Francisturbinen, bei den Bahnturbinen auf Peltonturbinen. Die Francisturbinen, die längere Zeit mit hohen Belastungen zu laufen haben, besitzen hierbei höhere Wirkungsgrade als die Peltonturbinen; diese haben als Antriebsmaschinen für die Bahnstromerzeuger häufig mit geringen Belastungen zu arbeiten, wobei dann der Wirkungsgrad höher ist als der von Francisturbinen. Letztere wären auch aus dem Grunde für den unruhigen Bahnbetrieb weniger geeignet gewesen, als sie zur Druckreglung mit Nebenauslässen arbeiten, deren häufiges Oeffnen, bedingt durch die stark wechselnde Belastung im Bahnnetz, nicht erwünscht ist. Naturgemäß wurden für beide Maschinenarten die Drehzahlen möglichst hoch gewählt, um die Anlagekosten für die Maschinensätze zu erniedrigen. Ferner gelangten, wie bereits erwähnt, durchweg Maschinen mit wagrechter Welle zur Aufstellung, die die Bedienung erleichtern und bei Ueberholungsarbeiten am leichtesten dem Maschinenhauskran zugänglich sind.

Die Francisturbinen sind bereits sämtlich montiert, zwei davon mit den zugehörigen Drehstromerzeugern von je 20 000 kVA Leistung seit 26. Januar, die dritte seit Ende April d. Js. auf das 110 kV-Netz des Bayernwerks in Betrieb. Die Peltonturbinen sind in fortschreitender Montage begriffen (Abb. 53).

Digitized by Google

Sämtliche Stromerzeuger sind vollkommen geschlossene Typen, um möglichst geräuschlosen Betrieb zu erzielen. Die für die Stromerzeuger erforderliche Kühlluft wird den Maschinen durch besondere Schächte und Kanäle zugeführt, die warme Abluft wird durch besondere Kanäle von den Maschinen weg auf der Westseite des Krafthauses ins Freie geleitet. Im Winter kann das Krafthaus mit der Abluft der Stromerzeuger geheizt werden.

Die Drehstrommaschinensätze sind mit pneumatisch zu betätigenden Bremsen, die Bahnturbinensätze mit Bremsdüsen versehen, um die Maschinen im normalen Betrieb und besonders bei Störungsfällen rasch stillsetzen zu können.

Das Maschinenhaus wird von zwei elektrisch betriebenen Laufkranen von je 75 t Tragfähigkeit in seiner ganzen Länge bestrichen, deren Haken durch einen Querbalken gekuppelt werden können und dann imstande sind, die 118 to schweren Läufer der Bahnstromerzeuger zu heben.

Unter der Abladebühne an der Bergseite des Maschinenhauses hat die Hilfskraftanlage (Abb. 54) für die Strom-

Abb. 51. Maschinenhalle von der Drehstromseite aus.

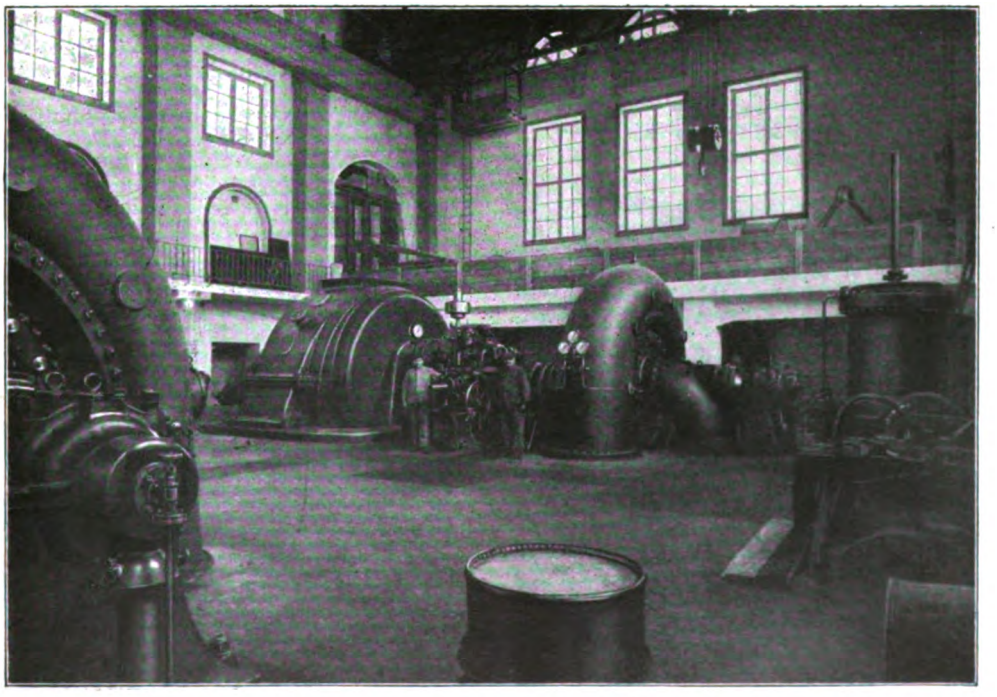


Abb. 52. Drehstrom-Maschinensatz. (Leistung: 24000 PS bezw. 20000 kVA; Umdr.: 500; Spannung: 6600 V, 50 Per.)

Digitized by Google

Abb. 53. Einphasenteil in Montage.

versorgung der Hilfsbetriebe Aufstellung gefunden, bestehend aus 2 Peltonturbinen für 750 Umdrehungen /min. gekuppelt mit Drehstromerzeugern von 350 bezw. 750 kVA bei 380/220 Volt und 50 Perioden. Außerdem ist hier ein Transformator von 300 kVA Leistung bei 6000/380 Volt untergebracht, der die Energie des Kesselbachwerkes für die Hilfsbetriebe umspannt.

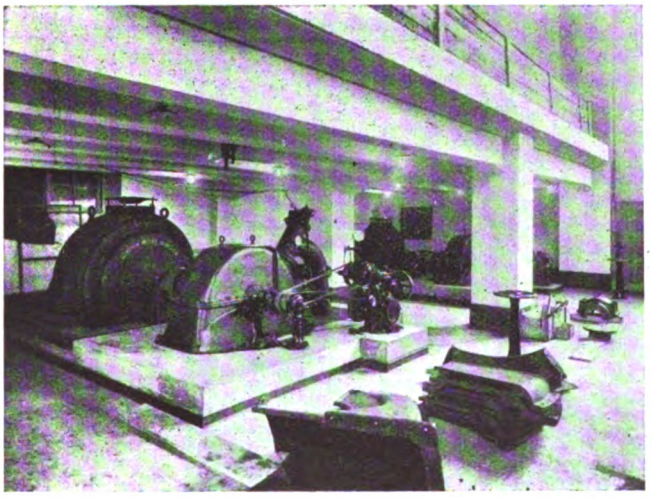


Abb. 54. Hilfskraftanlage.

An die seeseitige Stirnwand des Maschinenhauses schließt sich eine 6 Pumpensätze enthaltende Pumpenanlage an. Sie dient zur Wasserbeschaffung für die Transformatoren- und Lagerkühlung und für die Versorgung der beiden auf dem Kraftwerkshof angeordneten Belastungswiderstände für die Stromerzeuger.

An der von der Rohrbahn abgewandten Längswand des Krafthauses und zwar auf dessen Mitte ist die Zentralkommandoanlage (Abb. 55) angeordnet, die in einen Bedienungs- und einen Meßraum zerfällt. Der im Grundriß oval gestaltete Bedienungsraum enthält die erforderlichen Schaltpulte und Schaltfelder zur Aufnahme der Betätigungsschalter, sowie aller für die Durchführung des elektrischen Dienstes erforderlichen Instrumente und Apparate. Durch die Lage des Bedienungsraumes ist nach Möglichkeit dafür gesorgt, daß alle vom Maschinenbetrieb herrührenden Geräusche abgehalten werden.

Parallel zum Krafthaus und von ihm durch den 28 m breiten Kraftwerkshof getrennt (s. Abb. 48), ist das 110 kV-Transformatoren- und Schalthaus angeordnet. Die Verbindung mit dem Krafthaus wird durch einen an der Nordseite angeordneten Verbindungsbau und durch einen auf Mitte Schalthaus liegenden unterirdischen Gang hergestellt. Das nach dem Kammersystem gebaute Transformatoren- und Schalthaus mit den erforderlichen Transformatoren, Sammelschienen und Oelschaltern (Taf. V und Abb. 56) dient der Umwandlung der Maschinenspannung von 6000 V. auf die für die Fernleitungen des Bayernwerkes und der Bahnen nötige Spannung von 110 000 V. Der im Krafthaus erzeugte Strom wird unmittelbar durch Kabel den Transformatoren (Abb. 58) zugeführt. Ueber ein auf der Ostseite des Schalthauses aufgestelltes doppeltes Abspanngerüst in eiserner Fachwerkkonstruktion verlassen vier 110 kV-Drehstrom- und vier 110 kV-Einphasenstränge das Schalthaus. (Abb. 59.)

Transporte.

Die Aufgabe, geeignete Transportwege vom Bahnhof Kochel zur Baustelle zu schaffen, war wegen der hierbei in Betracht kommenden ganz bedeutenden Gewichte der Maschinen, Oelschalter und Transformatoren nicht ganz einfach.

Vorhanden war als Zufahrtsweg auf 3,4 km Länge eine gutausgebaute Staatsstraße. Die Verbindung zwischen dieser und der Hauptbaustelle in Altjoch wurde durch eine neue Zufahrtsstraße von 1,4 km Länge hergestellt, die gleichfalls mit Grundbau und Schotterdecke ausgerüstet und den Beanspruchungen auch der schwersten Transporte gewachsen war.

Ursprünglich war beabsichtigt, sämtliche Transporte auf dem Landweg von der Bahnstation Kochel zur Baustelle zu schaffen (Abb. 60). Das Näherrücken der Montage der schweren Maschinen, die Häufigkeit der Transporte ließen schließlich doch Bedenken aufkommen, ob die Bewäl-

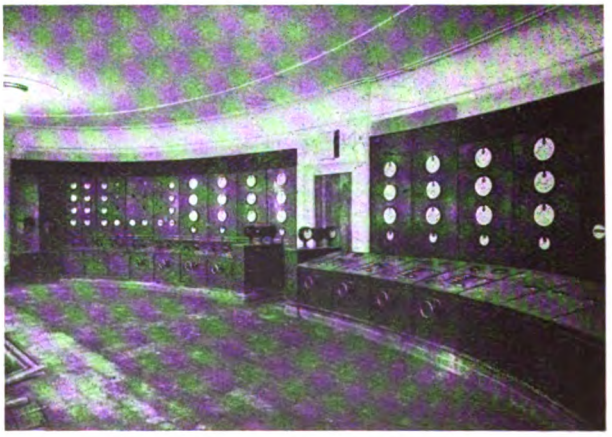


Abb. 55. Zentralkommandoraum.

Digitized by Google

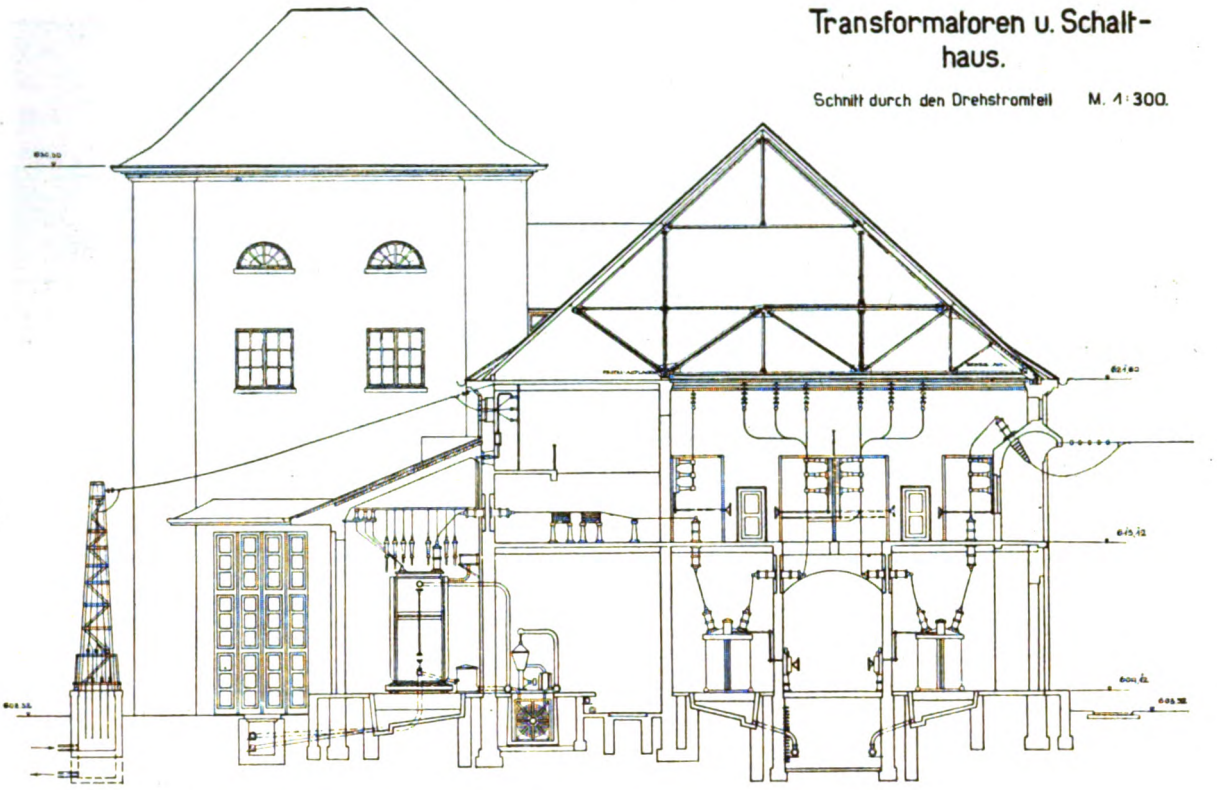


Abb. 56. Querschnitt durch Transformatoren- und Schalthaus (Drehstromteil).

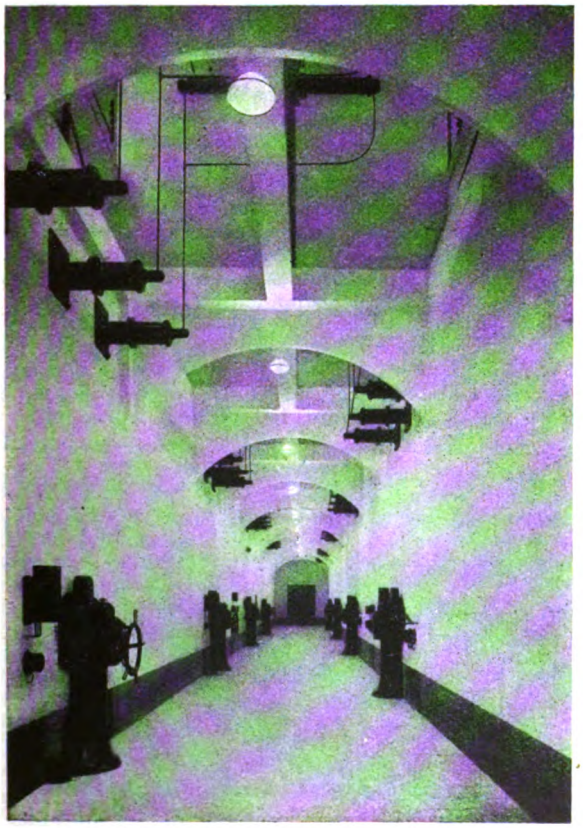


Abb. 57. Schaltergang (oben Sammelschienenraum).

tigung auf diesem einzigen Transportweg mit Sicherheit erwartet werden konnte.

Dazu kam die Tatsache, daß die klimatischen Verhältnisse während des Winters, auch im Frühjahr und im Herbst, infolge vielfach andauernder starker Niederschläge unter Umständen der Erreichung des erstrebten Zieles im Wege sein könnten.

Namentlich der Transport der schwersten Maschinenteile auf durchnäßter oder mit Eis und Schnee bedeckter Fahrbahn begegnete Bedenken, so daß man sich entschloß, neben den Landtransporten auch die Möglichkeit eines Seetransportes ins Auge zu fassen.

Nach wie vor sollten die kleineren Transporte, soweit es der Verkehr namentlich im Sommer zuließ, auf dem Landweg bewerkstelligt werden, während die schweren Maschinenteile ohne Umladen vom Bahnhof Kochel über den See in die Maschinenhalle gebracht werden sollten.

Dies führte zur Anlage eines Industriegleises vom Bahnhof bis zu einem Schiffsanlegeplatz beim Loisachauslauf; hier werden die Eisenbahnwagen mit ihrer Last auf eine Fähre übernommen, welche mittels Dampfboot nach Altjoch über den See geschleppt wird (Abb. 55).

Hier wurde der gleiche Anlegeplatz wie in Kochel geschaffen; die Wagen gehen von der Fähre auf das Land über und werden mittels Seilzuges in den Krafthaushof gezogen, von wo sie über eine Drehscheibe auf die Abladebühne in der Maschinenhalle und unmittelbar unter den großen Kran gebracht werden können.

Zur Ermöglichung eines sicheren Ueberganges der Eisenbahnwagen auf die Fähre wurde diese als Tauchschiff ausgebildet. Sie besteht aus zwei durch Querträger miteinander verbundenen Pontons, deren Schotten durch eine mit Benzinmotor angetriebene Pumpe mit Wasser gefüllt werden können; die Fähre sinkt auf den mit Holzrippen versehenen Betonboden des Anlegeplatzes und ermöglicht den Uebergang der Wagen ohne weitere Bewegung.

Das Leerpumpen erfolgt nach Aufnahme der Last.

Der gleiche Vorgang in umgekehrter Weise wiederholt sich beim Entladen.

Digitized by Google

Abb. 58. Transformator-Zellen.

Abb. 60. Transport eines Turbinen-Spiralgehäuses durch einen Raupenschlepper.

Unterwasserkanal.

Der Aushub des 400 m langen Unterwasserkanales mit rund 85 000 cbm wurde mit Eimer- und Löffelbagger ohne Schwierigkeit durchgeführt, wobei bis auf ein kleines Stück Seeufer durchaus im Trockenen mit geringer Wasserhaltung gearbeitet werden konnte.

Das Seeufer bot eine gute Kippe, wenn auch zeitweise durch Einbrüche und Abrutschen der geschütteten Erdmassen Unterbrechungen eintraten. Ebenso war die Einbringung der Bruchsteine für die Rollierung und Seitenwände ohne Schwierigkeiten zu bewerkstelligen.

Loisachanpassung.

Mit der Maßnahme zur Ueberleitung des Isarwassers in den Walchensee, seiner Kraftausnützung unter Einleitung in den Kochelsee haben die Baumaßnahmen noch keineswegs ihren Abschluß gefunden.

Zur Ableitung des Wassers aus dem Kochelsee dient auf eine große Länge der natürliche Flußschlauch der Loisach; derselbe muß jedoch der vermehrten Wasserführung angepaßt werden. Dies hat eine Verbreiterung und teilweise eine Vertiefung der Flußrinne zwischen Kochelseeauslauf und Schönmühle zur Folge.

Entsprechend der Verschiedenartigkeit des vorkommenden Baggergutes sind zwei Baggersysteme eingesetzt. Die Baggerarbeiten sind zurzeit noch im Gange.

In den überwiegend vorhandenen Schlick- und Moorstrecken wird das Material von einem Schwimmbagger gelöst und mittels Spülvorrichtung an Land gebracht. Diese besteht aus einem Elevator, einer Pumpe und zwei Spülrinnen, die an Auslegern hängen. Das Baggergut wird vom Elevator 10 m über Schiffsboden gehoben in einen Hochbehälter, der je nach Bedarf an die linke oder rechte Rinne angeschlossen werden kann. Dem Behälter wird durch die Pumpe reichlich Wasser zugeführt, sodaß das Material in den entsprechend geneigten Rinnen glatt zum Abfluß kommt. Mit dem Apparat ist auch die Abspülung von Kies möglich, jedoch ist dieser Arbeitsvorgang mit einer starken Abnützung der Spüleinrichtung verbunden.

Der zweite in der Kiesstrecke arbeitende größere Schwimmbagger (Abb. 62) gibt das Material auf ein kurzes Transportband aus Gummi, welches in der Längsrichtung des Baggers arbeitet und auf ein zweites rechtwinklig dazu angebrachtes Transportband abgibt. Letzteres ist auf besonderen Schiffen montiert und schüttet das Material in die an dem Ufer stehenden Materialzüge, die durch Lokomotiven auf die Ablagerplätze gebracht werden. Die Baggerung umfaßt insgesamt auf die vorgenannte Strecke 190 000 cbm und ist sehr zeitraubend, weil die Lösung des Baggergutes nicht in großen Massen erfolgen kann.

Im Zusammenhang mit dem Ausbau der Wasserkraftanlage Schönmühle wurde die Loisach unterhalb dieses Triebwerkes auf 2 km korrigiert. Oberhalb der Einmündung des Unterwasserkanals wurden zwei Sperren von 70 cm Abfall mit hochwasserfreiem Anschluß eingebaut. Die Sperren sind durch Holzspundwände eingefaßt und wurden zwischen Larseneisenspundwänden je in zwei Bauabschnitten ausgeführt. Die Wasserhaltung erforderte infolge des kiesigen Untergrundes jeweils 2—3 Pumpen von 20—30 cm Durchmesser, die teils elektrisch, teils mit Dampf betrieben wurden. Die Korrektion besteht in drei Durchstichen. Das Flußprofil ist so bemessen, daß das höchste Hochwasser mit 220 sec/cbm ohne Ausuferung in der Korrektionsstrecke abgeführt werden kann. Die Erdbewegung von insgesamt 150 000 cbm wurde mit zwei

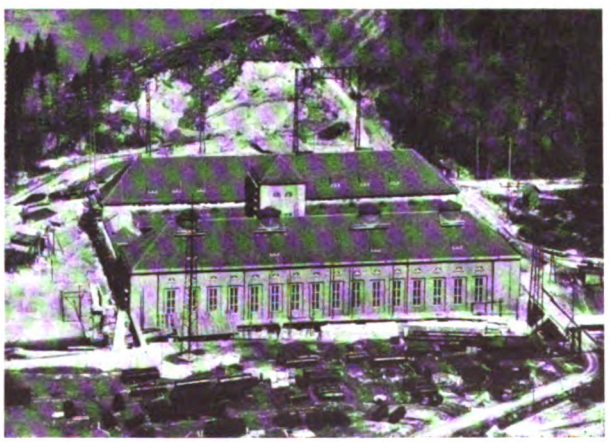


Abb. 59. Maschinenhaus (vorne), Transformatoren- und Schalthaus (rückwärts), dahinter Abspanngerüste.

Abb. 61. Seetransport auf der Fähre (Generator-Unterteil).

Digitized by Google

Abb. 62. Schwimmbagger in der Loisach.

Baggern in zwei Jahren bewältigt. Der Aushub wurde in den abgeschnittenen Loisachaltwässern abgelagert.

Loisach—Isarkanal.

In Beuerberg wird das aus dem Walchensee eingeleitete Isarwasser der Loisach entnommen und in einem eigenen Kanal, dem Loisach—Isarkanal, der Isar kurz oberhalb des Wehres der künftigen Pupplinger Kraftstufe wieder zugeführt (Abb. 63).

Der Kanal zweigt oberhalb des Wehres auf der rechten Loisachseite ab, folgt dem Loisachtale in südlicher Richtung bis auf die Höhe der Ortschaft Gelting und wendet sich von hier ab nach Nordwesten der Isar zu. Er ist 10,5 km lang, liegt zum größten Teil im Einschnitt und ist als reiner Erdkanal zur Ausführung gebracht. Bei einem Gefälle von 0,2‰ und einer mittleren Geschwindigkeit von rund 1,00 m/Sek. ist er imstande, 40 cbm/Sek. abzuführen. Seine Dimensionierung auf 40 cbm/Sek. erfolgte, um außer dem Betriebswasser aus dem Walchenseekraftwerk bei höheren Wasserständen noch Zuschußwasser aus der Loisach dem Pupplinger Werk zuleiten zu können.

Die Bauarbeiten wurden mit Beginn des Jahres 1921 in Angriff genommen und im wesentlichen 1923 vollendet.

Der Schwerpunkt der Bauausführung lag naturgemäß in den Erdarbeiten.

Die gesamte Erdbewegung betrug rund 1 000 000 cbm. Zu ihrer Bewältigung arbeiteten 2 C-Bagger, 3 Löffelbagger und 3 Torfmaschinen.

In der etwa 4 km langen Strecke vom Einlaufbauwerk bis zum Großen Geltinger Filz bestand das Aushubmaterial in stetigem Wechsel aus Seekreide, Letten, Mergel und Ton. Nur zum geringsten Teil stand kiesiges Material an. Das Aushubmaterial hatte die unangenehme Eigenschaft, bei Zutritt von Wasser sich in breiigen Zustand umzuwandeln, was sowohl bei den Baggern wie auf den Kippen zu großen Arbeitserschwerungen führte. Die Kippen ließen sich zeitweise nur durch reichliche Zuführung von Kies halten. Infolge dieser außerordentlich ungünstigen Verhältnisse kamen an insgesamt 10 Stellen des Kanals die Böschungen ins Rutschen. Das Einbruchmaterial, dessen Mächtigkeit zwischen 100—600 cbm schwankte, mußte vollständig entfernt und das Kanalprofil mit Kies wieder hergestellt werden. Durch ausgiebigen Einbau von Sickerungen konnten die übrigen Böschungen gehalten werden. Die Schwierigkeiten der Bauausführung erhellen am besten daraus, daß der Zeitaufwand für den cbm Aushub mit Bagger zwischen 0,8 und 4 Arbeitsstunden schwankte.

Unmittelbar unterhalb Beuerberg wurde eine Verlegung der Loisach auf etwa 300 m Länge notwendig, da die Kanalführung von dem rechtsseitigen Rutschhang abgerückt werden mußte.

Die Dämme wurden im Kern zum Teil mit Aushubmaterial, zum Teil mit Kies geschüttet und mit Kies überdeckt.

In der anschließenden 1300 m langen Strecke durch die großen und kleinen Geltinger Filze hatte man es mit derselben Seekreide wie im vorhergehenden Bauabschnitte zu tun. Diese ist hier aber überlagert von einer Torfschichte, deren Mächtigkeit bis zu 5 m beträgt.

Es war hier zu entscheiden, ob man das Kanalprofil in den Torf legen soll, oder ob der Torf so weit zu entfernen sei, daß beiderseits Dämme aus geeignetem Mineralbodenmaterial eingebracht werden konnten. Man entschloß sich, die zweite, kostspieligere Bauweise zur Ausführung zu bringen und hatte damit, wie schon die Bauausführung bestätigte, das Richtige getroffen. Es hat nämlich eines bedeutenden Mehraushubes an Torfmasse bedurft, um den einmal ausgehobenen Querschnitt von dem nachschiebenden Torf frei zu halten. Falls man den Kanal einfach in den Torf eingeschnitten hätte, wären mit Sicherheit große laufende Unterhaltungsarbeiten an den Böschungen angefallen.

Das Material für die Dämme, das aus dem Kanalaushub gewonnen werden sollte, bestand aus Seekreide, und war nur zum kleinsten Teil zur Dammbildung geeignet. Je

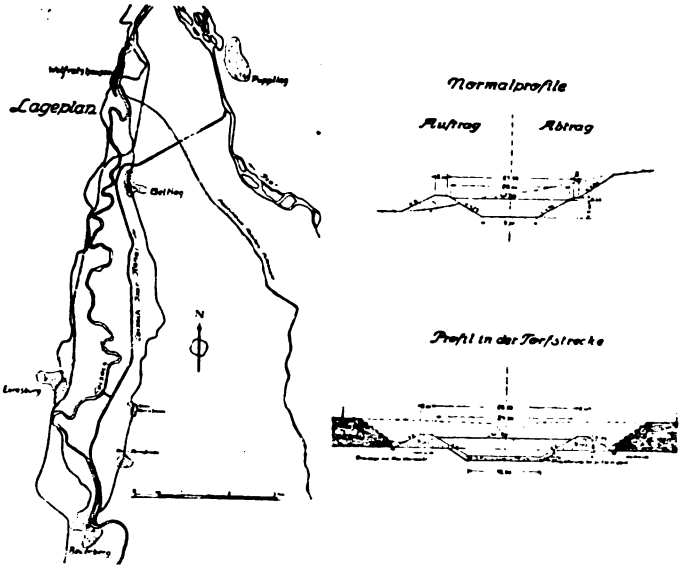


Abb. 63. Loisach-Isar-Kanal.

Digitized by Google

Abb. 64. Kanaleinlaufbauwerk bei Beuerberg.

nach Wasserandrang mußte sie ganz oder bis zu 70% durch Kies ersetzt werden. Der Aushub wurde mit Löffelbagger ausgeführt, der gleichzeitig zur Einbringung des Kiesmaterials verwendet wurde. Schlechtes Wetter hemmte hier ähnlich wie in der oberen Baustrecke den Baufortschritt erheblich.

Dem Aushub der Seekreide und der Herstellung der Dämme war die Entfernung des Torfes vorausgegangen. Es handelte sich um eine Rohtorfmenge von rund 110 000 Kubikmeter. Mit Rücksicht auf die zur Zeit der Bauausführung herrschende Brennstoffnot entschloß man sich, einen größeren Teil dieser Rohtorfmengen zu Brenntorf zu verarbeiten. Es wurden etwa 130 000 Zentner Brenntorf erzeugt und zwar in dem weniger mächtigen kleinen Geltinger Filz im Handstich und im großen Geltinger Filz im Maschinenbetrieb. Eine vom Filz zur Station Eurasburg erbaute Seilbahn ermöglichte den günstigen Abtransport des Torfes.

Die Geltinger Filze sind im Eigentum des Forstärars, ihre Ausbeutung wird nach Beendigung der Bauarbeiten von den Landestorfwerken weiter betrieben werden.

Unterhalb der Filze liegt der Kanal im sandigen, kiesigen Material. Die Herstellung war einfach, der Baufortschritt sehr gut. Verteuernd war der Umstand, daß die Böschungen in dem feinen Sand mit einer 30 cm starken Kiesschicht gesichert werden mußten.

Auf die Dichtung der Kiesstrecke verzichtete man bis auf ein kurzes Stück bei der Ortschaft Gelting, in der Annahme, daß die Dichtung bei Ueberleitung der trüben Loisachhochwässer von selbst eintritt.

An Kunstbauten sind zu erwähnen das Einlaufbauwerk bei Beuerberg (Abb. 64). Dieses konnte in fast trockener Baugrube bei sehr günstiger Wasserhaltung zwischen Holzspundwänden errichtet werden. Der Einlauf wird von vier Schützen mit Handbedienung reguliert. Oberhalb der Schützenlage ist eine Pfeilerreihe mit Dammbalkenverschluß angeordnet, wodurch ermöglicht wird, den Raum zwischen Dammbalken und Einlaufschützen gegen das Oberwasser abzusperren und durch die linksseitig eingebaute Spülschleuse von Geschiebe zu reinigen.

Das bestehende alte Wehr in Beuerberg, das nur eine Floßgasse besaß, wurde zur besseren Hochwasserabführung umgebaut und erweitert. Es besitzt jetzt anschließend an den festen Wehrkörper, der aus Steinpackung mit Dielenbelag besteht, zwei Grundablaßschleusen von je 4 m l. W. einen Fischpaß und eine verschließbare Floßgasse von 7,0 m l. W. Die Ausführung ging in zwei Abschnitten vonstatten. Der erste Abschnitt umfaßte den Einbau der neuen Floßgasse und der Fischtreppe. Im zweiten Bauabschnitt wurden die beiden Grundablässe ausgeführt. Die Wasserhaltung wurde zwischen Larseneisenspundwänden betätigt und gestaltete sich wie beim Einlaufbauwerk sehr günstig, so daß mit einer 20 cm-Pumpe eine vollkommen trockene Baugrube gehalten werden konnte. Der neue Wehrteil ist oberstrom mit einer Holz- und unterstrom mit einer Eisenspundwand gesichert.

Zur Aufrechterhaltung des Verkehres über den Kanal wurden neun Straßenbrücken als Dreigelenkbogenmassivbrücken in Beton errichtet.

Drei Kilometer unterhalb des Einlaufbauwerkes, bei Beginn der Dammstrecke, wurde ein Entlastungsüberfall eingebaut, um das Mehrwasser über 40 cbm, das bei Hochwasser in den Kanal kommen sollte, unschädlich abzuleiten und der Loisach zuzuführen.

Außerdem ergab sich die Notwendigkeit, bei der Einmündung des Kanals in die Isar den Uebergang von den im wesentlichen gleichmäßigen Kanalwasserständen zu den wechselnden Isarwasserständen durch ein Absturzbauwerk zu vermitteln.

Zum Schlusse seien noch kurz einige interessante Zahlen genannt, die das Bild von dem gewaltigen Umfang der Arbeiten vervollständigen mögen. Es wurden verbraucht:

etwa 18 000 000	Arbeitsstunden
27 000	to Kohle
30 000	„ Zement
4 320	„ Eisen
115	„ Sprengstoffe
17 000	cbm Holz
3 000 000	Stück Ziegelsteine

Die **hauptsächlichsten Zahlenangaben** für die Kraftanlage sind nochmals zusammengefaßt:

Speicherinhalt des Walchensees	110 Millionen m³
durchschnittliche Maschinenleistung	22 000 kW
Spitzenleistung	80 000 „
installierte Turbinenleistung	168 000 PS
Jahresarbeit	160 Millionen kWh
hiervon Speicherleistung des Walchensees	41,5 „ „
Absenkung des Walchensees max.	6,6 m
Kanal Krünn-Wallgau für 25 m³/Sek.	3,15 km lang
Stollen Wallgau-Sachensee 12 qm Querschn.	1,5 „ „
Gerinne Sachensee-Walchensee	3,7 „ „
Druckstollen Walchensee-Kesselberg 19 qm Querschnitt	1,2 „ „
Rohrleitungen: 6 Stränge, je	
Durchmesser	2,25—1,85 m
Wandstärke	10—25 mm
Gefälle	200 m

Digitized by Google

Krafthaus-Halle	105×22 m
Drehstromteil: 4 Francis-Spiralturbinen, je	24 000 PS 500 Umdr.
4 Drehstrom-Generatoren, je	20 000 kVA 6 600 V 50 Per.
Bahnteil: 4 Zwillings-Freistrahlturbinen, mit Ablenker- und Düsenregelung, je	18 000 PS 250 Umdr.
4 Einphasen-Generatoren, je	10 650/16 000 kVA 6 400 V 16⅔ Per.
Eigenbedarfsanlage:	
2 Freistrahlturbinen von	450 und 850 PS, 750 Umdr.
2 Drehstromgeneratoren von	350 und 750 kVA 380 V
1 Transformator	6 600/380V, 300 kVA
2 Drehstrom-Gleichstrom-Umformer, je	20 kW
Hebezeuge: 2 elektr. Laufkrane, Tragkraft je	75 to
Spannweite	22 m
zusammen durch Traverse gekuppelt	130 to
Pumpen: 3 Pumpen für Transformatorkühlung, je	90 m³/Min.
2 Pumpen für Lagerkühlung, je	70 „ „
1 Pumpe für Wasserwiderstände	450 „ „
Transformatorenhaus:	
Drehstromteil: 4 Drehstrom-Öltransformatoren, je	20 000 kVA 6 600/115 000 V 50 Per.
Bahnteil: 4 Einphasen-Öltransformatoren, je	10 650/16 000 kVA 6 400/115 000 V 16⅔ Per.
Verbindungskabel: Drehstrom	8×(3×185) qmm
Einphasenstrom	8×(2×310) „
Transportanlagen:	
Fähre über den Kochelsee für Nutzlast	130 to
Drehscheibe im Kraftwerkshof für	75 to
Rangierwinde ebendort	25 PS

Im Rahmen dieser Schilderungen der Bauausführung des Walchenseewerkes konnten die Einzelheiten der maschinellen und elektrotechnischen Ausrüstungen nicht eingehend behandelt werden. Die genaue Beschreibung der Turbinenanlage und elektrischen Anlage mit allen ihren Nebenteilen bleibt einem zweiten Teil über die Maschinen-Anlagen des Walchenseewerkes nach dessen vollständiger Inbetriebnahme vorbehalten.

Lieferfirmen.

Es erscheint bei der Bedeutung des Werkes gerechtfertigt, die Firmen, welche wesentliche Lieferungen und Arbeiten ausgeführt haben, zu nennen. Es sind dies:

Verzeichnis

der beim Bau des Walchenseekraftwerkes beteiligten Bau- und Lieferfirmen.

A. Bautechnischer Teil.

I. Erd-, Fels-, Maurer-, Beton- und Eisenbetonarbeiten.

Bauvereinigung Gewerbeverein, Kochel: Erd-, Maurer-, Beton-, Putz-, Maler-, Dachdecker- und Kanalisationsarbeiten an den Dienstwohngebäuden in Kochel und Altjoch.
Friedrich Buchner, Würzburg: Erd-, Fels-, Beton-, Maurerarbeiten am Wehr, Kanal, Stollen Wallgau, Abschlußbauwerk, Obernachkanal und Schleusenwärterhaus in Krünn.
Edwards u. Hummel, Alfred Kunz, München: Tiefbauarbeiten am Krafthaus, Unterwasserkanal, horizontale Rohrbahn, Loisachanpassung Kochelsee-Schönmühle. Hochbauarbeiten am Krafthaus und Transformatorenhaus.
A. Gielow G. m. b. H., München: Betonpfahlgründung für Festpunkt VI der Rohrbahn.
Bayerische Baugesellschaft C. Kallenbach, München: Tiefbauarbeiten Loisach-Isar-Kanal, Los I.
Bayerische Bauindustrie A.-G., München: Tiefbauarbeiten Loisach-Isar-Kanal, Los II und III.
Rud. Wolle, Leipzig: Tiefbauarbeiten am Einlaufbauwerk in Urfeld, Kesselbergdruckstollen, Wasserschloß und Rohrbahn.
Friedrich Zink, München: Tiefbauarbeiten der Loisachanpassung unterhalb Schönmühle bis Maxkron.

II. Steinmetzarbeiten.

Joseph Zwisler, München: Krafthaus und Transformatorenhaus.

III. Bildhauerarbeiten.

Professor Albertshofer, München: Krafthaus, Transformatorenhaus und Wasserschloß.
Bildhauer Müller-Hipper, München: Krafthaus.

IV. Zimmermannsarbeiten.

Bauvereinigung Kochel: Dienstwohngebäude in Kochel und Altjoch.
Edwards u. Hummel, Alfred Kunz, München: Krafthaus.
Eichner, Penzberg: Krafthaus.
Jakob, Kochel: Transformatorenhaus.

V. Eisenkonstruktionen.

Deutsche Metalltürenwerke (August Schwarze), Brackwede-Bielefeld: Eiserne Türen, Tore und Jalousien.
Eisenwerk Kaiserslautern: Eiserner Dachstuhl, Transformatorenhaus.
Eisenwerk Martinlamitz: Abspanngerüst und Eisenkonstruktion für die Schaltanlage.
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Werk Gustavsburg, Gustavsburg: Eiserner Dachstuhl Krafthaus.

VI. Schreiner- und Treppenbauarbeiten.

Bartl, Penzberg: Türen und Fenster, Dienstwohngebäude Altjoch.
Pettinger, Hohenschäftlarn: Treppen in den Dienstwohngebäuden in Kochel.
Ehrengut, München: Treppen in den Dienstwohngebäuden in Altjoch.
Gewerbeverein, Kochel: Fenster für Dienstwohngebäude in Kochel.
Adalbert Kienzler, München: Türen und Fenster für Krafthaus und Dienstwohngebäude in Kochel.
Franz Lurz, München: Türen und Fenster für Krafthaus und Türen für Dienstwohngebäude in Kochel.
Rieger, Mittenwald: Türen, Fenster und Treppen im Schleusenwärterhaus Krünn.
Schelle, Wolfratshausen: Treppen für Dienstwohngebäude in Kochel.
Matthias Weiß, München: Fenster für Krafthaus, Transformatorenhaus und Wasserschloß.

VII. Glaserarbeiten.

Anton Allgäuer, Kochel: Kraft- und Transformatorenhaus, Wasserschloß, Dienstwohngebäude in Kochel und Altjoch.
Franz Schlesinger, Penzberg: Dienstwohngebäude in Kochel und Altjoch.

Digitized by Google

VIII. Maler- und Anstreicherarbeiten.

Anton Burkhard, Kochel: Kraft- und Transformatorenhaus.
Fleischmann, Mittenwald: Schleusenwärterhaus Krün.
Adam Frisch, München: Krafthaus.
Gewerbeverein, Kochel: Dienstwohngebäude Kochel und Altjoch.
R. Kirchmayer, München: Krafthaus und Transformatorenhaus.
Klein, Garmisch: Krafthaus, Transformatorenhaus und Wasserschloß.

IX. Schlosser-, Spengler- und Installationsarbeiten.

Joseph Bauriedl, Kochel: Schlosser-, Spengler- und Installationsarbeiten in den Dienstwohngebäuden in Kochel und Altjoch.
Otto Bierbichler, Kochel: Schlosser-, Spengler- und Installationsarbeiten in den Dienstwohngebäuden in Altjoch.
Martin Bustin, Kochel: Schlosser- und Spenglerarbeiten am Kraft- und Transformatorenhaus, und Dienstwohngebäuden in Kochel und Altjoch.
Anton Frohnsbeck, München: Schlosserarbeiten am Kraft- und Transformatorenhaus.
Haß, Mittenwald: Schlosser-, Spengler- und Installationsarbeiten am Schleusenhaus in Krünn.
Mühlhofer und Pfahler, München: Montage der Feuerlösch- und Trinkwasserleitung in Altjoch, einschl. Hochbehälter.
Benedikt Riesch, Garmisch: Schlosserarbeiten am Kraft- und Transformatorenhaus, sowie Wasserschloß.
Anton Schwer, Penzberg: Spenglerarbeiten an den Dienstwohngebäuden in Altjoch.

X. Dachdeckerarbeiten.

Bauvereinigung, Kochel: Dienstwohngebäude in Kochel und Altjoch.
Edwards u. Hummel, Alfred Kunz, München: Kraft- und Transformatorenhaus.

XI. Kanalisationsarbeiten.

Bauvereinigung u. Gewerbeverein, Kochel: Dienstwohngebäude in Kochel und Altjoch.
Edwards u. Hummel - Alfred . Kunz, München: Krafthaus und Transformatorenhaus.

XII. Boden- und Wandbelagarbeiten.

a) Asphalt- und Holzpflaster:
Willibald Hartlmeier, München: Kraft- und Transformatorenhaus.
A. F. Malchow, München: Transformatorenhaus.
b) Terrazzoböden:
Paul Bausenhart, München: Transformatorenhaus.
c) Plattenbelage:
Bayer. Bauwaren G. m. b. H. (Tonindustrie Klingenberg), München: Krafthaus.
Villeroy u. Boch, München: Krafthaus.
d) Triolinfußbodenbelage:
Eduard Reißer, Kochel: Krafthaus.

XIII. Elektrische Installationsarbeiten.

Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, München: Kraft- und Transformatorenhaus.
Martin Bustin, Kochel: Dienstwohngebäude Kochel und Altjoch.

XIV. Blitzableiteranlagen.

Martin Bustin, Kochel: Kraft- und Transformatorenhaus und Dienstwohngebäude in Kochel und Altjoch.

B. Maschinentechnischer Teil.

Bopp u. Reuther, Mannheim: Drosselklappen mit Zubehör für 4 Rohrstränge im Apparatehaus.
Fischer, Frankfurt: Rohrleitung für die Oel- und Kühlwasseranlagen.
G. W. Friedrichs, München: Torfaufbereitungs-Anlage.
Fühles u. Schulze, München: Seilbahnanlage neben Rohrbahn und für Torfanlage Gelting.
Ludwig Heukeroth, München: Lanzlokomobile für Sägewerk Einsiedel.
Münchner Holzbau G. m. b. H., München: Sägegatter für Sägewerk Einsiedel.
Klein, Schanzlin u. Becker, Frankenthal: Kühlwasserpumpen.
F. S. Kustermann, München: 8 Schützen für Wehranlage bei Krünn, 1 Schütze beim Abschlußbauwerk am Sachensee, Rechenanlage und Entleerungsschütze am Wasserschloß, Handlaufkran im Apparatehaus, Regulierungsschütze am Kochelseeauslauf, Schützen am Einlaufbauwerk in Beuerberg, Grobrechen und Entleerungsvorrichtung am Dücker zwischen Krünn-Wallgau, maschinelle Einrichtung für Dammbalkenverschluß am Turbinenkanalauslauf.
J. G. Landes, München: Schützen für Kesselbachkraftwerk. Umstellung von Triebwerken auf elektrischen Antrieb in der Jachenau (maschineller Teil).
J. A. Maffei, München, Luftdruckhammer für Hammerschmiede in der Jachenau.
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Gustavsburg: Walzenwehr in Krünn, Druckrohrleitung als Generalunternehmer*), Doppellaufkran im Krafthaus, Schützen am Einlaufbauwerk in Beuerberg.
*) Unterlieferanten der M. A.-N.:
Dingler'sche Maschinenfabrik, Zweibrücken.
Kolsch-Folzer-Werke, Siegen in Westfalen.
Kuntze, Rohrenwerk Göppingen: Druckrohrleitung für Kesselbachkraftwerk.
M. Streicher, Maschinenfabrik, Cannstatt.
Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen: Kran im Transformatorenhaus.
Nägele, Mannheim: Seilwindwerk, Drehscheibe und Transportwagen für Schwertransport.
Fritz Neumeyer A.-G., München: 2 Freistrahlturbinen für die Hilfskraftanlage im Krafthaus.
Georg Noell u. Co., Würzburg: 2 Abschlußschützen am Einlaufbauwerk mit Windwerk und Rechenanlage.
Gebr. Reuhling, Mannheim: Drosselklappen mit Zubehör für 2 Rohrstränge im Apparatehaus.
Riedinger, Augsburg: Oelkessel für Krafthaus.
Schiffs- und Maschinenbau A.-G., Mannheim: Fähre für Schwertransport.
J. M. Voith, Heidenheim: 4 Francisturbinen, 4 Freistrahlturbinen, 1 Freistrahlturbine für Kesselbachkraftwerk.

C. Elektrotechnischer Teil.

Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin: 2 Drehstromgeneratoren und vollständige Schaltanlage im Krafthaus, vollständige Lieferung und Montage des Drehstromteiles im Transformatorenhaus.
Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, München: Elektrische Lichtanlage im Apparatehaus, elektrische Lichtanlage und Kraftinstallation im Krafthaus und im Transformatorenhaus.
Accumulatorenfabrik, Hagen in Westfalen: Batterie für die Hilfskraftanlage.
Aron Elektrizitätsgesellschaft, Berlin-Charlottenburg: Elektrizitätszähler.
Bergmann A.-G., Berlin: 2 Drehstromgeneratoren im Krafthaus.
Bayer. Bergmann-A.-G., München: Transformator für Kesselbachkraftwerk, 1 Drehstrommotor für Sägewerk Einsiedel.
Brown, Boverie u. Co., A.-G., Mannheim: 2 Einphasenwechselstromgeneratoren im Krafthaus.
Elektrische Beheizungs-A.-G., Nürnberg: Elektrische Oefen im Krafthaus.
Flach u. Callenbach, Berlin: Transformatorölleitungen im Transformatorenhaus.
Max Fuß, Berlin: 4 Schnellregler für die Schaltanlage im Krafthaus.
Gesellschaft für drahtlose Telephonie, System Telefunken, Berlin: Hochfrequenzanlage im Transformatorenhaus.
A. Gobiet u. Co., Rottenburg: 1 Transformator für Torfanlage in Gelting.
Isaria-Zählerwerke, München: Elektrizitätszähler.
Kabel- und Metallwerk Neumeyer, Nürnberg: Kraftkabel im Krafthaus.
Elektrische Licht- und Kraftanlagen Oskar Marzell, München: Hochspannungsfernleitung Wallgau-Krünn, Urfeld-Jachenau.
Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen: Elektrische Ausrüstung zum Doppellaufkran im Krafthaus, 1 Drehstromgenerator im Kesselbachhilfskraftwerk.
Sachsenwerk G. m. b. H., München: Motore für die Schützen der Wehranlage in Krünn, 1 Drehstrommotor für Sägewerk Einsiedel.
Anton Schätz, München: Niederspannungsleitungen vom Kesselbachhilfskraftwerk zum Felsenkeller und in Einsiedel. Montage der Hochspannungsfernleitung Altjoch-Wallgau.
Max Schorch u. Co., Rheydt (Rhld.): 2 Drehstromerzeuger mit Transformator und Schaltanlage für die Hilfskraftanlage.
Siemens u. Halske, München: Fernmeldeanlage im Krafthaus.
Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-München: 2 Einphasenwechselstromgeneratoren im Krafthaus, Lieferung und Montage des Einphasenteiles im Transformatorenhaus, Transformator für Kesselbachhilfskraftwerk, Umstellung von Triebwerken in der Jachenau auf elektrischen Betrieb, elektrische Ausrüstung für das Walzenwehr, Anschlußleitung für die Schützenmotore am Wehr bei Krünn.
Süddeutsche Telephonapparate-, Kabel- und Drahtwerke, Nürnberg: Kraftkabel im Krafthaus. Lieferung der Hochspannungsleitung Altjoch-Wallgau.

D. Materiallieferungen.

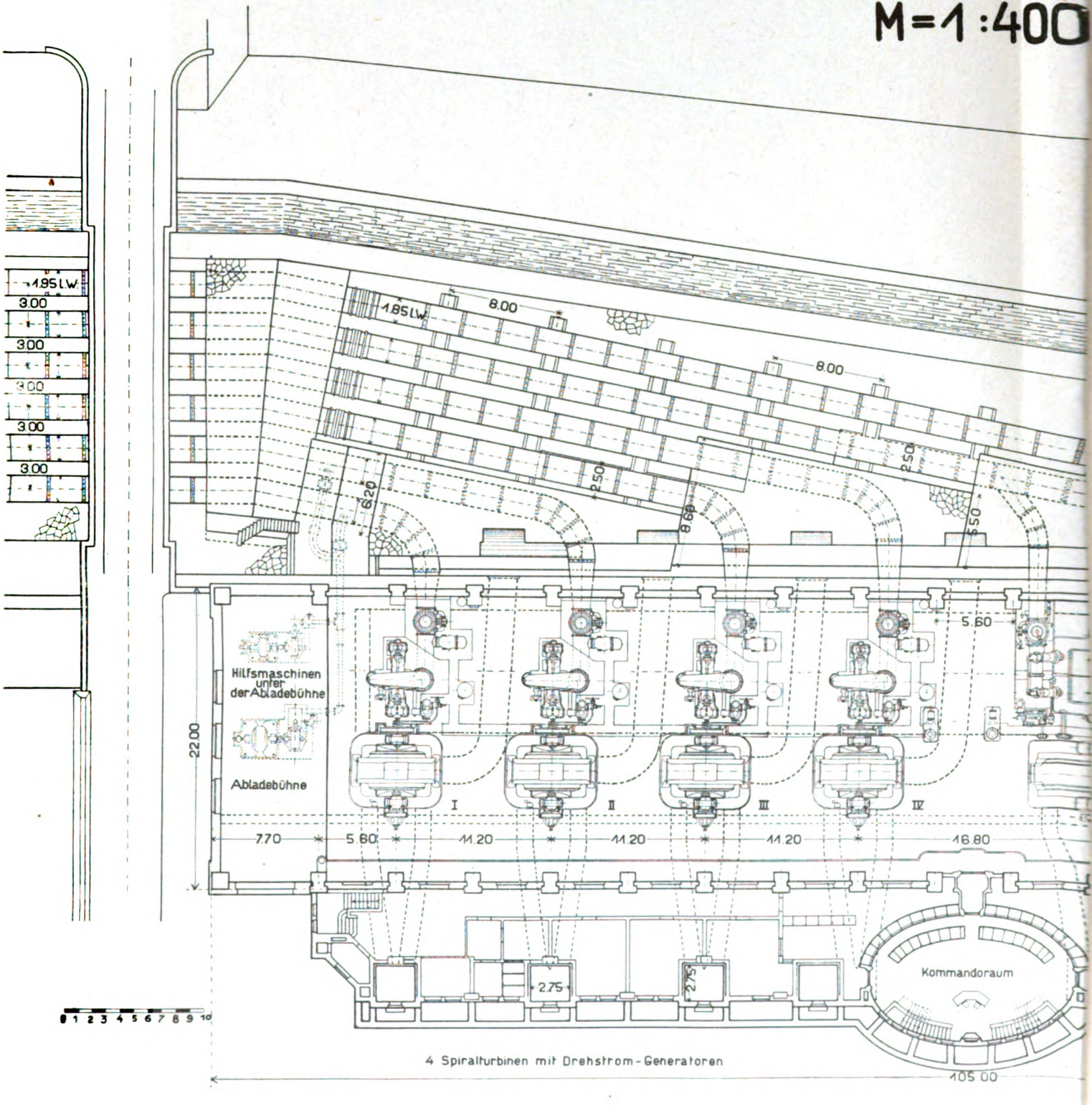
Anstreichmittel.
a) Karbolineum: Hoerdt u. Datter, München.
b) Ceresit: Hoerdt u. Datter, München.
c) Emaillit: C. F. Weber, Bamberg.
d) Inertol: Paul Lechler, Stuttgart; Max Leube, Nürnberg.
Barackeneinrichtungsgegenstände. Reichstreuhandgesellschaft München; Wilhelm Spelberg, München.
Benzin, Benzol. B. Deiglmayer u. Co., München; Libitzky u. Rindler, München; Rhenania, München-Moosburg; Ruckdeschel u. Noack, München.
Bruch- und Hausteine. Bayerische Granit-A.-G. Regensburg; Gebr. Frank, Kirchenlamitz; Grimm Nachfolger, Kirchenlamitz; Kerber, Büchlberg/Passau.
Dachpappe. Fritz Geldmacher G. m. b. H., München; C. F. Weber A.-G., Bamberg.
Dachziegel. Dachziegelwerke Schorndorf; Heinrich Geiger in Kochel.
Duroplatten für Schaltanlagen. Duroplattenwerk A.-G., Sperenberg.
Eisen und Eisenwaren. Eisen, Albertstätter u. Co., München; Bayerischer Eisenhandel, München; Claus u. Ettlinger, München; Deutsch-Luxemburgische Bergwerk-A.-G., Dortmund; Ehrlicher, München; Eisenwerk Kaiserslautern; Kraus u. Co., München; F. S. Kustermann, München; Kuno Mair, München; F. X. Meiller, München; Gebr. Reinhardt, Würzburg; Rheinstahl, München (Vertreter Deffner); Richter u. Frenzel, München; Gebr. Röchling u. Co., München; K. Sauer, München; E. Stumbeck, München; G. Theyssen, Nürnberg; Verwertungsstelle für Heeresgut, München; S. Weil G. m. b. H., München; Kurt Weißgerber, Frankfurt a. Main; H. Wennikheim, Nürnberg; Johann Winnibald, Wolfratshausen; Alfred Zeller, München.
Eisenwaren und Armaturen. Betz, Gitterfabrik, München; Bopp u. Reuther, Mannheim; H. Hommel u. Co., München (Werkzeuge); Drahtindustrie, Nürtingen; Lipp, München; Mannesmannröhrenwerke, München; Ludwig Theodor Meyer u. Co., München; Schülle, Feldkirchen; Seifert G. m. b. H., München; Wamsler-Werke, München; Wegmann, Weilheim.
Farben. Georg Düll, München; Mitteldeutsche Lack- und Farbenindustrie, München.
Feuerlöschapparte. Minimax G. m. b. H., Stuttgart; Pluvius, Altona.
Gummiwaren. Continental-Caoutchouc- und Guttapercha u. Co., Hannover.
Holzlieferanten. Dellinger u. Zollitsch, Schönmühle; Fiedler u. De Alma, München; Forstamt Jachenau, Walchensee. Krün, Fleichmann, Kochel; Gebr. Freundlich, München; Geiger u. Hahnemann, Kochel; Gebrüder Hörsch, München; Nikolaus Lanzinger, Wolfratshausen; Moralt August, Bad Tölz; Schelle, Schreinermeister, Wolfratshausen; Simon, Sägewerk, Krün; Staatliches Sägewerk Einsiedel; Steinbeiß, Rosenheim.
Klinkersteine. Aktienziegelei München; Süddeutsche Ziegelverkaufsvereinigung München.
Kohlen. Englische Briketts. M. Rast u. Sohn, München; Rheinische Reederei u. Kohlenhandelsgesellschaft, Mühlheim a. Ruhr.

Digitized by Google

Walchenseekraftwerk.

Krafthaus-Gru

M=1:400



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Niederschlesische Kohle. Schwarz u. Stanglmayer, München.
Oberbayerische Kohle. Bergwerk Peißenberg und Penzberg; Briketts-werke Seeshaupt; I. D. Keyser, München; F. S. Kustermann, München; Gust. Schneider u. Co., München.
Oberschlesische Kohle. Montana G. m. b. H., München; M. Rast u. Sohn, München; Gebr. Röchling u. Co., München.
Ruhrkohle. M. Rast u. Sohn, München; Rheinische Rhederei u. Kohlenhandelsgesellschaft, Mühlheim a. Ruhr.
Kugellager. Robel u. Co., München.
Ledertreibriemen. Steinberger, Penzberg; Süddeutsche Leder-Riemenfabrik A.-G. Freimann-München.
Marmortafeln für die Schaltanlagen. Marmorindustrie Kiefer, Kiefersfelden.
Putzwolle und Schmiermittel. E. Diemer, München; Friedrich Deiglmayer, München; Deutsche Vacuum A.-G., Nürnberg; Frankonia, Nürnberg; B. Friedmann, Glückaufindustrie, München; H. Gleitzmann, München; Henske Nachf., Nürnberg; Philipp Mathes, München; Meister u. Werner, München; S. Rotschild, Frankfurt; Leopold Siegle, Augsburg; Süddeutsche Oelwerke, München; Weißer, Ulm.
Quarztoidplatten. Litwin u. Co., Berlin; Platten- u. Hartsteinindustrie, München.
Rollbahnen. Gebrüder Eichelgrünn, München; G. W. Friedrichs u. Co., München; Leipziger u. Co., Berlin; Orenstein u. Koppel, München.
Sand. Willi Klotz, Quarzbichel; Sand- u. Torfwerke, Pletzen.
Seilwaren. I. Kratzmeier, Wolfratshausen; A. Meirich, München; Jos. Schweigers' Witwe, München.
Sprengmittel. Bayerische Sprengstoff-A.-G., Nürnberg; Deutsche Sprengstoff-A.-G., Hamburg; Dynamit-A.-G., Hamburg; Gewerkschaft Werdenfels; A. Neumayer, München; Sprengstoff-A.-G. Carbonit, Hamburg; Vereinigte Pulverfabriken, Rottweil; L. A. Westphal, Hamburg; Westfälische Anh. Sprengstoff-A.-G., Berlin; Mieziankitt G. m. b. H., Oberndorf.
Transporte. Kraftverkehr Bayern, Betriebsstelle Kochel; Biller, Kochel.
Traß. Bayerische Traßwerke, Mertingen; M. Leube, Nürnberg; Rheinische Traßwerke, Plaid.
Verschiedene Baumaterialien. Heinrich Geiger, Kochel; Carl Schirmer, München.
Weiden. Weidenverwertungsgesellschaft Josef Konrad, München; Josef Dellel, Freising.
Zement. Berg- und Hüttenamt Amberg; Dyckerhoff u. Söhne, Amöneburg; Heinrich Geiger, Kochel, aus den Fabriken: Perlmooser Zementfabrik, Perlmoos; Eduard Schwenk, Ulm a. D.; Süddeutsche Zementverkaufsstelle München, aus den Fabriken: Blaubeuren; Harburg; Heidelberg; Karlsstadt; Lengfurt (Wetterau); Marienstein; Stuttgart Ehingen; Stuttgart Schelklingen.
Zement und Tonrohre. Leo Hoch, Fürstenfeldbruck; Dyckerhoff u. Widmann, Nürnberg; Hüfftlein, Wolfratshausen; Tonwerk Tutzing.
Ziegelsteine. Heinrich Geiger, Kochel; Münchner Ziegelverkaufsvereinigung, München.
Maschinenlieferung für Baubetrieb.
H. Flottmann u. Co., Nürnberg: 1 Einzylinderstufenkompressor, 1 Hochdruckkompressor.
Paul Sander u. Co., Frankfurt a. Main: 1 300 PS Wolf-Lokomobile (Mietweise).
J. G. Landes, München: 1 Zementspritzmaschine.
Gebr. Stöckel, Leipzig: 1 fahrbare Lanzlokomobile (mietweise).
Techn. Handelsgesellschaft, München: 1 Grubenlokomotive, Fabrikat Deutz.
Torkret-Gesellschaft G. m. b. H., Berlin: 2 Zementkanonen.
Koch, Roth u. Co., München: 1 Drehstrommotor.
Lechelektrizitätswerke: 1 Drehstromgenerator.
Siemens-Schuckert-Werke München: 2 Drehstrommotore.
H. Straub, München: 1 Elektromotor.

Isartal bei Krünn.

Berichtigung.

Auf Seite 131 bei Abb. 6 muß die Unterschrift heißen: Baustelleneinrichtung in Urfeld.

Digitized by Google

Rundschau

Verschiedenes

Zum Kanaleinbruch bei den Alzwerken. Im Nachgang zu der kurzen Nachricht auf Seite 121 unserer Zeitschrift über den Kanalbruch bei den Alzwerken sind wir in der Lage, nachstehend einige Abbildungen der beschädigten Stelle zeigen zu können.

Abb. 1. Gebrochene Kanalstrecke.

Die Abbildung 1 ist ungefähr von der gleichen Stelle über dem früheren Stollenmundloch aus aufgenommen wie die Abbildung 6 in Heft 13, Seite 174 unseres vorigen Jahrganges, sodaß aus dem Vergleich beider Abbildungen der Umfang des Schadens und die außerordentlichen Zerstörungen sehr gut ersichtlich sind, da sich die Oertlichkeit beider Abbildungen genau deckt. Man erkennt, wie auf eine lange Strecke der Betonkanal vollständig weggerissen ist, offensichtlich infolge Unterspülung des kiesigen Hanges durch die aus einer zunächst wohl kleinen Bruchstelle austretende Wassermenge und Zusammenbrechen des nunmehr freihängenden Gerinnes, worauf die austretenden Wassermassen das Zerstörungswerk fortsetzen. Von der ganzen linksseitigen Waldpartie sind nur mehr die äußersten Bäume stehengeblieben. Große Betonstücke sind beiseite geschoben. Auch das Stollenmundloch ist eingestürzt im Vorgrund der Abbildung 1 und rechts auf Abbildung 2 sind Bogentrümmer hiervon zu erkennen.

Abbildung 3 ist interessant durch die aus den Betonbrocken herausstehenden Armierungseisen. Wir behalten uns vor, auf die vermutlichen Schadensursachen, worüber heute noch keine abschließenden Befunde gegeben werden können, und die rascheste Art der Hebung noch ausführlich zurückzukommen. (W. 76.)

Ueber die Möglichkeit von Stauweihern in Italien. Ueber die Möglichkeit des Stauweiherbaues in Italien stellte G. de Marchi folgende Betrachtung an, bei der er sich aut die umfassenden Arbeiten des italienischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten stützen konnte, welches in den letzten Jahren ein vollständiges Verzeichnis aller ausbaumöglichen Stauweiher von mindestens 10 000 000 cbm Nutzraum angelegt hat. Geht man die einzelnen Landschaften durch, so zeigt sich daß in den Alpen und Apenninen die menschenleeren Hochtäler im allgemeinen zu wenig Stauraum bieten, während die Talniederungen dermaßen besiedelt sind, daß an ihre Unterwassersetzung nicht gedacht werden kann. Im Gegensatz hiezu liegen in Süditalien die Ortschaften und Straßen meistens auf den Hochflächen und werden die von der Malaria heimgesuchten Täler derart gemieden, daß in ihnen manchmal jeder Ackerbau fehlt. Um so besser eignen sie sich für die Schaffung von Stauweihern. Aehnlich wie der Südteil der Halbinsel verhalten sich die Inseln Sizilien und besonders Sardinien, wo unter anderem ziemlich im Mittelpunkte der Insel der Abfluß aus 587 qkm Einzugsgebiet des Flußes Tirso sich gut sammeln ließe. Es ist nach dem Gesagten klar, daß in den Alpen die Weiher am höchsten gelegen und dafür durchschnittlich viel kleiner als die des Südens sein werden. Auch ihre Sohlenbeschaffenheit wird ungünstiger sein. Die venezianisch-lombardischen Alpen bestehen nämlich zum großen Teile aus Jura- und Kreidekalken, deren Durchlässigkeit sie sogar vielfach zu Speicherzwecken überhaupt ungeeignet macht. Wieder im Gegensatz hiezu ist Sardinien wesentlich aus granitischen und trachytischen Gesteinen aufgebaut, deren Un-

Abb. 2 Bruchstelle beim Stollenportal.

Abb. 3. Bruchstücke.

Digitized by Google

durchlässigkeit mitwirkt, diese Insel für künstliche Becken geeigneter zu machen als die übrigen Teile Italiens. Die erwähnten Verschiedenheiten sprechen sich in nachstehender Zusammenstellung aus, in welcher ganz Italien hydrographisch in 10 Teile zerlegt erscheint und die letzte Spalte angibt, wie viel Nutzraum auf den Quadratkilometer des betreffenden Reichsteiles entfällt.

Gebiet	Mögliche Stauweiher: Zahl der Weiher	Mögliche Stauweiher: Nutzraum in 1 000 000 cbm	Mittlere Seehöhe m	Mittlerer Nutzraum in 1 000 000 cbm	Nutzraum für den qkm in 1000 cbm
Sardinien	20	1171	176	58,5	49,6
Sizilien	36	1173	230	29,8	46,0
Kalabrien-Lukanien	35	2256	485	64,5	94,8
Kampanien . . .	44	1523	145	34,6	79,8
Latium	36	800	295	28 2	33,8
Abruzzen-Molise .	21	654	375	31,1	19,7
Ligurien-Toskana .	39	578	325	14,5	22,3
Romagna-Marken .	45	688	390	15,3	32,0
Gebiet des Po . .	61	1064	880	17,4	16,1
Venetien	36	1073	795	23,0	21,8
Italien	373	10980	411	21,4	39,1

Die klimatischen Verhältnisse der einzelnen italienischen Landschaften sind bekanntlich sehr verschieden; während es z. B. in den Alpen und Apenninen im Verlaufe von 10 Jahren nur 4—9½mal vorkommt, daß in einem Monate weniger als 10 mm Niederschlag fallen, geschieht es im gleichen Zeitraum auf den Inseln etwa 9mal, daß zur sommerlichen Trockenzeit während eines Vierteljahres die Regenhöhe unter 45 mm bleibt. Die Verschiedenheit des jährlichen Niederschlages bewirkt, daß in den Alpen die Erzielung eines während des ganzen Jahres gleichmäßigen Abflusses einen Nutzraum von 150 000—250 000 cbm für 1 qkm Niederschlagsgebiet erfordern würde, und in den nördlichen Apenninen, der viel größeren Niederschlagshöhe wegen, mindestens 220 000 cbm und selbst bis zu 500 000 cbm hiefür nötig wären, während in den mittleren und südlichen Apenninen sich dasselbe Ziel mit etwa 120 000 bis 200 000 cbm erreichen ließe. Anders und schärfer drücken sich Klima und Bodenbeschaffenheit in dem Verhältnis des zur Regelung nötigen Nutzraumes zum jährlichen Abfluß aus, denn dieses beträgt in den

Alpen	Nördl.	Mittl. Apenninen	Südl.	Inseln
0,2	0,3	0,3	0,4	0,55
bis 0,25	0,4	0,4	0,55	0,8

Bei Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Zahlen ist zu beachten, daß in Italien nicht nur die Kraftleistung des Wassers, sondern auch seine Verwendbarkeit bei Bewässerungen von Belang ist. So wird das aus dem Cavour-Kanal stammende Wasser in Oberitalien demnächst zu 0,0045 Lire der Liter (heute ist es billiger) abgegeben werden, während in Sizilien und Kalabrien der Preis unverhältnismäßig höher, nämlich 0,10 bis 0,12 beträgt. Müßte das Land erst für die Bewässerung hergerichtet werden, so könnte freilich nicht ebensoviel gezahlt werden. Demgegenüber setzt de Marchi den Wert eines Liters Kraftwasser bei 200 m Fallhöhe = 0,4 kWh = 0,08 Lire. Auf alle Fälle erkennt man den ungeheuren Wert, den die Stauweiheranlagen für Italien gewinnen müssen.
(Nach „Giornale del Genio Civile", Jahrg. 61, Dez. 1923.)

Ausnutzung der Wasserkraft der Spree. Im März 1922 beschloß der Brandenburgische Provinziallandtag, die Wasserkraftanlage Wilhelmsthal bei Spremberg auszubauen und dem Märkischen Elektrizitätswerk, das sich im Besitz der Provinz befindet, zur pachtweisen Ausnutzung zu überlassen. Die Anlage wurde im Juni v. J. vollendet, und da ein wertbeständiger Preis auf Grund der Kohle vereinbart war,

MSW

Gene-ratoren

für Wasserturbinen-Antrieb.

Maffei-Schwartzkopff Werke Berlin N. 4.

Dampf-Turboaggregate | Elektrische Maschinen | Kreiselpumpen-Anlagen | Elektrische Lokomotiven

Digitized by Google

so erwartet man jetzt eine jährliche Reineinnahme von 100 000 Goldmark, die sich nach dem Bericht des Provinzialausschusses voraussichtlich noch wesentlich steigern lassen wird. Diese vorteilhafte Ausnutzung der Wasserkraft der Spree hat den Anlaß gegeben, über den weiteren Ausbau der brandenburgischen Wasserläufe Erhebungen anzustellen. Da die gesetzliche Unterhaltungspflicht der Flußläufe der Provinz obliegt, so erscheint es als ideales Ziel, die Einnahmen aus den im Zusammenhang mit den Flußläufen stehenden Betrieben möglichst zu heben, um die Aufwendungen auf ein Mindestmaß zurückzuführen. Es ist deshalb von der Provinz die Frage geprüft worden, ob durch den Ausbau und die Nutzung der in den brandenburgischen Flußläufen noch unverwendet schlummernden Wasserkräfte neue ergiebige Einnahmequellen eröffnet werden könnten. Diese Prüfung hat bisher zu dem Ergebnis geführt, daß am Dahme-Umflutkanal bei Wendisch-Buchholz, am Bober bei Deichow und an der Lausitzer Neiße, oberhalb und unterhalb Forst, noch bedeutende ungenutzte Wasserkräfte vorhanden sind, die zusammen die Erzeugung von jährlich etwa 150 Millionen Kilowattstunden Wasserkraftstrom ermöglichen würden. Inwieweit diese Pläne zur Ausführung gelangen, wird von der weiteren Gestaltung der zur Zeit noch nicht genügend zu übersehenden wirtschaftlichen Verhältnisse abhängen.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 20. Mai 1924.

47h, 20. M. 81 221. Etienne Henri Ernest Mennessier, Montreuil sous Bois, Frankreich. Getriebe zur selbsttätigen Regelung des Drehmoments. 23. 4. 23. Frankreich 24. 4. 22.

47f, 22. E. 27 972. Max Eisenberg, Dortmund, Dorotheenstraße 9. Sicherheitsvorrichtung und Abdichtung für Flanschen- und ähnliche Verbindungen von Rohrleitungen. 8. 4. 22.

47f, 8. S. 61 649. Société des Aciéries et Usines à Tubes de la Sarre, Paris. Verbindung für röhrenförmige Metallkörper. 16. 12. 22. Frankreich 17. 12. 21.

88a, 5. A. 38 643. Allis-Chalmers Manufacturing Company, Milwaukee, V.St.A. Wasserturbine mit Spiralgehäuse. 20. 10. 22.

Letzter Tag des Einspruches 27. Mai 1924.

84a, 3. M. 78 498. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg. Sohlendichtung für bewegliche Verschlüsse in Wasser. 21. 7. 22.

84a, 3. M. 81 487. Arthur H. Müller, Blankenese, Bismarckstraße 9. Bewegliches Wehr oder Schleusentor nach Patent 386 929; Zus. z. Pat. 386 929. 19. 5. 23.

84a, 3. O. 13 293. Fritz Obermann, Brückenstraße 28, und Hans Gorges, Speestraße 17, Trier. Selbstregelndes Klappenwehr. 6. 10. 22.

84a, 3. T. 27 029. Techn. Projektierungs- und Baubureau J. Pfletschinger & Komp., G. m. b. H., und Dr.-Ing. A. Läufer, Wien. Einrichtung zur Verhinderung der Versandung des Einlaufes von Oberwassergraben u. dgl. 16. 10. 22. Oesterreich 19. 10. 21.

84b, 1. P. 43 966. Siemens-Bauunion G. m. b. H., Kommanditgesellschaft, Berlin. Vorrichtung zur Vermeidung des Wasserverbrauchs bei Schiffahrtschleusen. 4. 4. 22.

84c, 2. F. 51 804. E. Frankignoul, Lüttich; Vertr.: R.

KÖRTING

Hochdruck-
Zentrifugalpumpen
für
Wasserwerke

Kesselspeisevorrichtungen
Grubenwasserhaltungen

Gebr. Körting Aktiengesellschaft
Hannover-Linden
Ing.-Büros: München, Linprunstr. 50, Nürnberg, Wetzendorferstr. 42.

Digitized by Google

Brede und Dipl.-Ing. L. Hammersen, Pat.-Anwälte, Köln a. Rh. Verfahren zum Eintreiben von zwei fernrohrartig ineinander gleitenden Vortreibrohren für Betonpfähle. 15. 5. 22.

88a, 6. O. 13 554. Dr.-Ing. Fritz Oesterlen, Hannover, Callinstraße 11. Verfahren zur Regelung einer Ueberdruck-Wasserturbine mit verstellbaren Leit- und Laufradschaufeln. 27. 2. 23.

84a, 3. B. 105 554. Berliner Aktiengesellschaft für Eisengießerei und Maschinenfabrikation, Charlottenburg. Bewegliches Wehr mit nur in einer Ebene liegender, geradlinig geführter Wehrtafel nebst Eisablaß. 5. 7. 22.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftmaschinen. Fortschritte im Turbinenbau nach dem Weltkrieg. Von Obering. Dr. Schmitthenner, Heidenheim. — „Z. d. V. d. I." 1924, H. 15 (Sonderheft Wasserkraftmaschinen), S. 349—358; 31 Abb. — Neuere Ausführungen: Francisturbinen mit stehender Welle und Kegelrädern (Anlage Mainaschaff), mit Stirnrädergetriebe mit Vertikalgenerator (Ruhrkraftwerk Hohenstein), mit direkt gekuppelten Vertikalgeneratoren in neuer Aufstellung (Werrakraftwerk und Illerkraftwerk Unteropfingen). Liegende Francisturbinen: mit hochgesaugtem Oberwasser, große Doppelturbinen mit nur einem zugänglichen Lager und einem fliegenden Laufrad (Meitingen), ähnlich mit unzugänglichem einzigem Lager (Frondenburg). Spiralturbinen für Hochgefälle (Mauer i. Schl.). Große Stirnkessel-Zwillingsturbinen für 10 000 PS und einem zugänglichen Außenlager (Alzwerke Hirten-Holzfeld[1]). — Fallschützen, Stauklappen und Rechenputzmaschine dieses Werkes. — Kaplanturbinen: vertikale Kaplanturbinen (Siebenbrunn in Oberösterr.) und horizontale Kaplanturbinen (Auerhammer in Sachsen).

[1]) Vgl. diese Zeitschr. 1923, H. 13.

— Die Wasserturbinen auf der Jubiläumsausstellung in Gothenburg 1923[2]). Von Dipl.-Ing. Munding, Stockholm. — „Z. d. V. d. I." 1924, H. 15 (Sonderheft Wasserkraftmaschinen), Seite 359—366; 31 Abb. — Die Ausstellung der schwedischen Firmen: A. B. Karlstads Mekaniska Verkstad (Regler, Stirnkessel-Zwillingsturbinen für Trollhättan, vertikale Francis-Einradturbinen für Volchoff, Evolventenpendel, Kaplanturbinen, Einrichtung zum Anlassen und Abstellen aus der Ferne (diese Zeitschr. 1923, Heft 10, S. 119), Freistrahlturbinen, Laboratorium). — A. B. Finshyttan (Lawaczeckturbinen für Lilla Edet, Isodromregler, Spiralturbine für Röttle mit freischwebendem Regulierring nach Ing. Svala; Klein-Kesselturbinen billiger Ausführung mit feststehenden Leitschaufeln; Einrichtung zum Fernanlassen mit hydraulisch-elektrisch gesteuerter Drosselklappe). — Nydquist u. Holm A.-B., Trollhättan (Vertikale Francis-Einradturbine für Forshuvudforsen, Regler für Volchoff). — A. B. Arboga (Spannungsregelung, abhängig vom Turbinenregler, Windkesselregler).

— Die Turbinen der Raanaasfoss-Wasserkraftanlage, Norwegen. Von Ing. Thoresen, Kristiania. — „Z. d. V. d. I." 1924, H. 15 (Sonderheft Wasserkraft), S. 368—376; 25 Abb. (Allgemeines: Wahl von 6 horizontalen Zwillingsturbinen für je 12,25 m Gefälle, 92 m³/Sek. normale Schluckfähigkeit, 107 Umdr./Min., n_s = 370, N = 12 000 PS. — Beschreibung der 3 Turbinen von Verkstaten, Kristinehamn, mit 2 Lagern und 12 138 mm freier Lagerentfernung, sowie der 3 Turbinen von Voith mit je 3 Lagern. — Regler für 10 500 bzw. 14 000 mkg. — Wassermessung, Abnahmeversuche.)

— Die Great Falls-Anlage der Manitoba Power Co. (Great Falls Hydro-Electric Development of the Manitoba Power Co.) — „Power", vol. 59, Nr. 12 vom 18. März 1924, Seite 436—442; 12 Abb. (Eingehende

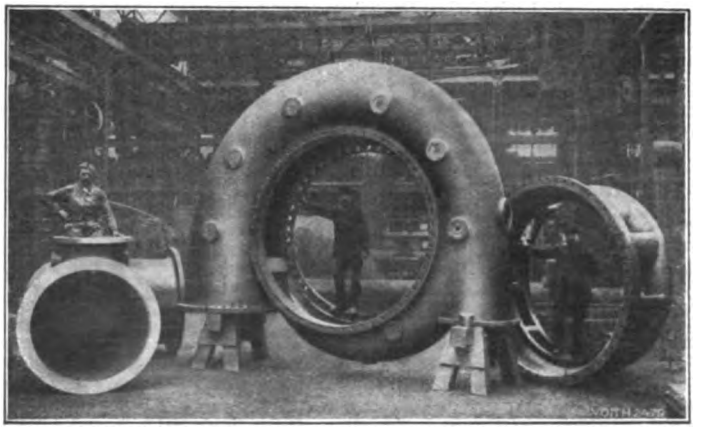
[2]) Vgl. diese Zeitschr. 1924, H. 1, S. 10.

Wasser-Turbinen

Francis- und Freistrahl-Turbinen

★

Flügelrad- und Kaplan-Turbinen



Für das Walchenseewerk geliefert: 4 Spiralturbinen von je 24000 PS und 4 Freistrahlturbinen von je 18000 PS

Regler

★

Rechen und Rechenputzmaschinen

★

Schützen u. Stauklappen

Heidenheim Württemberg **J. M. Voith** **St. Poelten** Niederösterreich

Digitized by Google

Beschreibung der Anlage und der 24000-PS-Propellerturbinen mit festen Laufradschaufeln. (Wir berichten noch hierüber.)

Wasserbau. Das Gibsonsche Wassermeßverfahren. Von Dipl.-Ing. Pantell. — „Z. d. V. d. I." 1924, H. 15 (Sonderheft Wasserkraft), Seite 366—367; 2 Abb. (Theorie und Kritik des auf der Druckerhöhung beim Schließen einer Rohrleitung beruhenden amerikanischen Verfahrens; Nachweis eines Fehlers bei der Messung an den Turbinen der Niagara Falls Power Co. Nr. 3 mit angeblich 93% Wirkungsgrad im Betrag von etwa —7% der Wassermenge.)

— Leistungsversuche an den Raanaasfoss-Turbinen. (Efficiency Tests of Raanaasfoss Turbines.) By Hallgrim Thoresen. — „Power" 1924, April 8, S. 558 bis 560; 4 Abb. (Ausführung der Versuche, insbes. der Wassermessung, und Ergebnisse.)

Wasserkraftnutzung. Schwedens Wasserkräfte und ihre Ausnutzung. Von Dr.-Ing. Hansen, Generaldirektor der Königl. Schwedischen Wasserfalldirektion. — „Z. d. V. d. I." 1924, H. 14 (Sonderheft Schweden), Seite 321—327; 13 Abbildungen. (Größe, gegenwärtige und zu erwartende Ausnützung der schwed. Wasserkräfte; Energiebedarf, private und staatliche Kraftwerke; Elektrizitätswirtschaft und gesetzliche Erleichterungen; typische Kraftanlagen.)

— Beitrag zur Theorie der Ausnutzung von Naturkräften. Von Dipl.-Ing. Nowotny. — „Z. d. V. d. I." 1924, H. 5, S. 101—106; 11 Abbildungen. (Einfluß der Betriebs- und Stillstandszeit einer Kraftanlage auf die Ausnutzung der dargebotenen Energie, Verbesserung der Ausnützung durch Speicherung. Einfluß der Speicherung auf den finanziellen Erfolg und auf die Kosten der abgegebenen Leistungseinheit.)

— Reiseeindrücke über Wasserkraftnutzung und Bahnelektrisierung in der Schweiz. Nach einem Vortrag von Ing. Dittes, Direktor. — Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien, 1924, H. 12, S. 177 bis 189; 21 Abb. (Wirtschaftliche Lage der schweizerischen Elektrizitätswerke; kurze Darstellung der neuesten schweiz. Kraftwerke, Bahnanlagen und Betriebsmittel.)

— Die Wasserleitungskraftwerke Lunz—Geming—Kienberg. Von Ob.-Baur. Ing. Bodenscher, Wien. — Zeitschr. d. österr. Ingenieur- und Architektenvereins, 1924, H. 11/12; Seite 94—97; 2 Abb. (Beschreibung der zur Ausführung begonnenen Ausnutzung der Gefällsstufen der Wiener Trinkwasserleitung mit 4900 und 640 PS Leistung.)

— Die Wasserkräfte Jugoslaviens. Von Ing. Szavits-Nossan, Zagreb. — Zeitschr. d. österr. Ingenieur- und Architektenvereins, 1924, H. 11/12, Seite 98—101. (Zusammenfassende Beschreibung der ausgeführten Anlagen, baureifen Entwürfe und der noch offenen Möglichkeiten der Wasserkraftausnutzung des Königreiches S.H.S.)

Wasserwirtschaft. Wasserwirtschaft und Heimatschutz. Von Prof. Stürzenacker, Vortrag auf dem „Tag für Denkmalpflege und Heimatschutz" in Stuttgart, 1922. — „Schweizerische Wasserwirtschaft" 1924, Heft 3, S. 39—46; 6 Abbildungen. (Programmatische Aufstellung der bei Errichtung von Wasserkraft- und Wasserstraßenbauten zu beobachtenden Gesichtspunkte zum Ausgleich zwischen den Forderungen des Ingenieurs und des Natur- und Heimatschutzes.)

Wasserkraftanlagen. Die Wasserkraftanlage im oberen Barbellino. (Les grandes aménagements hydrauliques transalpines: l'aménagement du haut Barbellino.) Par J. Boudet. La Houille Blanche, Mai/Juni 1923, Nr. 182, S. 81—88; 14 Abbildungen. (Beschreibung der Ausnutzung der Wasserkräfte im oberen Barbellino durch Speicheranlagen von zus. 22½ Millionen m³ bei 4 m³/Sek. konstantem Abfluß zur Lieferung von jährl. 118 Millionen Kilowattstunden.)

— Wasserspiegelgefällemesser zur Feinmessung kleiner Gefälle auf kurze Flußstrecken. Bauart Wilhelm Albrecht. „D. Mühle", Jg. 61, H. 4, S. 59.

— Die gebräuchlichen Wehrarten. „D. Mühle", Jg. 61, H. 6, S. 101. (Eingehende Beschreibung der Bauart von Wehren.)

Elektroheizung. Elektro-Kessel-Anlage von 4000 kW. Von Ing. Pfister, Direktor. — „Schweizerische Wasserwirtschaft" 1924, Heft 3, Seite 50—52; 5 Abb. (Beschreibung eines 4000 kW-B.B.C.-Elektrokessels für 10000 Volt Drehstrom (Elektrodenkessel), regulierbar zwischen 700 und 5000 kW, 15 Atm. Ueberdruck, für 5000 kg Dampf pro h.)

Buchbesprechungen

Veröffentlichungen der Mittleren Isar A.-G., München: Modellversuche über die zweckmäßigste Gestaltung einzelner Bauwerke. Mit 83 Textabb. und 6 Tafeln, 50 Seiten. Verlag R. O. Mittelbach, Charlottenburg 1923.

Weite Fachkreise werden der Mittleren Isar Dank wissen für die Veröffentlichung eingehender Modellversuche flußbautechnischer Art über das Verhalten einzelner Bauwerke, die in gleicher Art oder Größe bisher noch nicht ausgeführt waren, und die Erörterung der daraus gezogenen Folgerungen. Nach einer allgemeinen Erörterung der Modellregel, d. h. der Veränderung aller Verhältnisse mit der Veränderung der Abmessungen, beschreibt R. Haas die umfangreichen Versuche über die Energievernichtung fließenden Wassers und die verschiedenen Modelle von Leerschüssen und Energievernichtern, die schließlich zur Auswahl der für die Kraftwerke ausgeführten Bauarten führten. Außerordentlich interessant und wertvoll sind die von W. Schneider ausführlich geschilderten und zum Teil theoretisch weiter verfolgten Versuche über Saugheber nach Heyn's Bauart, die sich besonders mit der besten Ausbildung von Einzelheiten, mit dem Problem der Verkürzung der Anspringzeit und Verringerung des zum Anspringen nötigen Ueberstaues, sowie mit der Frage der Schwallbildung im Kanal bis zum vollen Arbeiten der Heber bei plötzlichem Turbinenabschluß befassen und viel zur Theorie des Saughebers beitragen dürften, zumal wenn die Betriebserfahrungen mit den konform dem endgiltigen Modell vergrößerten Hebern noch der Oeffentlichkeit zugänglich gemacht und mit den Modellversuchsergebnissen verglichen werden. Eine Fortsetzung der vorliegenden Veröffentlichung nach dieser Richtung hin wäre schon deshalb besonders von Wert, weil die unbedingte Uebertragbarkeit der Ergebnisse vom Modell zur Ausführung, wie wir sie im Turbinenbau gewohnt sind und wo wir auch den verbessernden Einfluß der Vergrößerung rechnerisch erfassen können, bei freiem Fließen und bei so starken Verkleinerungen, wie sie flußbautechnische Untersuchungen meist fordern und wenigstens hier forderten, infolge der raschen Steigerung der Reibungszahlen mit abnehmendem hydraulischen Radius nicht von vornherein außer Zweifel steht und hier wie bei einigen anderen Gelegenheiten mit Annahmen — wenn auch wahrscheinlicher Art — gearbeitet werden mußte. Dr. H. Thoma berichtet dann noch über Versuche betreffend die Geschiebebewegung in Gerinnen und die Untersuchung der Strömungs- und Ablagerungsvorgänge in Kanaleinläufen mit bemerkenswerten Ergebnissen, welche für die aus vielen Veröffentlichungen bekannte Bauart des Kanaleinlaufes und dessen Spülung maßgebend waren und deren Ergebnisse auch von allgemeiner Bedeutung sind, besonders soweit sie die Grundströmung als Ursache des Geschiebetransportes nicht im geraden Flußbett, sondern in den Abzweig hinein klären.

Die sämtlichen Versuche sind durch prächtig gelungene, weil bestens durchdachte und vorbereitete Lichtbilder der Versuchsbauwerke und der Strömungsvorgänge veranschaulicht. Die Veröffentlichung geht über den Rahmen einer Schilderung von Einzelergebnissen für bestimmte einmalige Zwecke hinaus und bietet Anhaltspunkte für die Durchführung anderer Versuche und Grundlagen für Entwürfe und Weiterentwicklungen. Rdl.

Digitized by Google

VEREINIGTE HEIZAPPARATE-FABRIKEN DER
AEG UND DER BING WERKE.

Digitized by Google

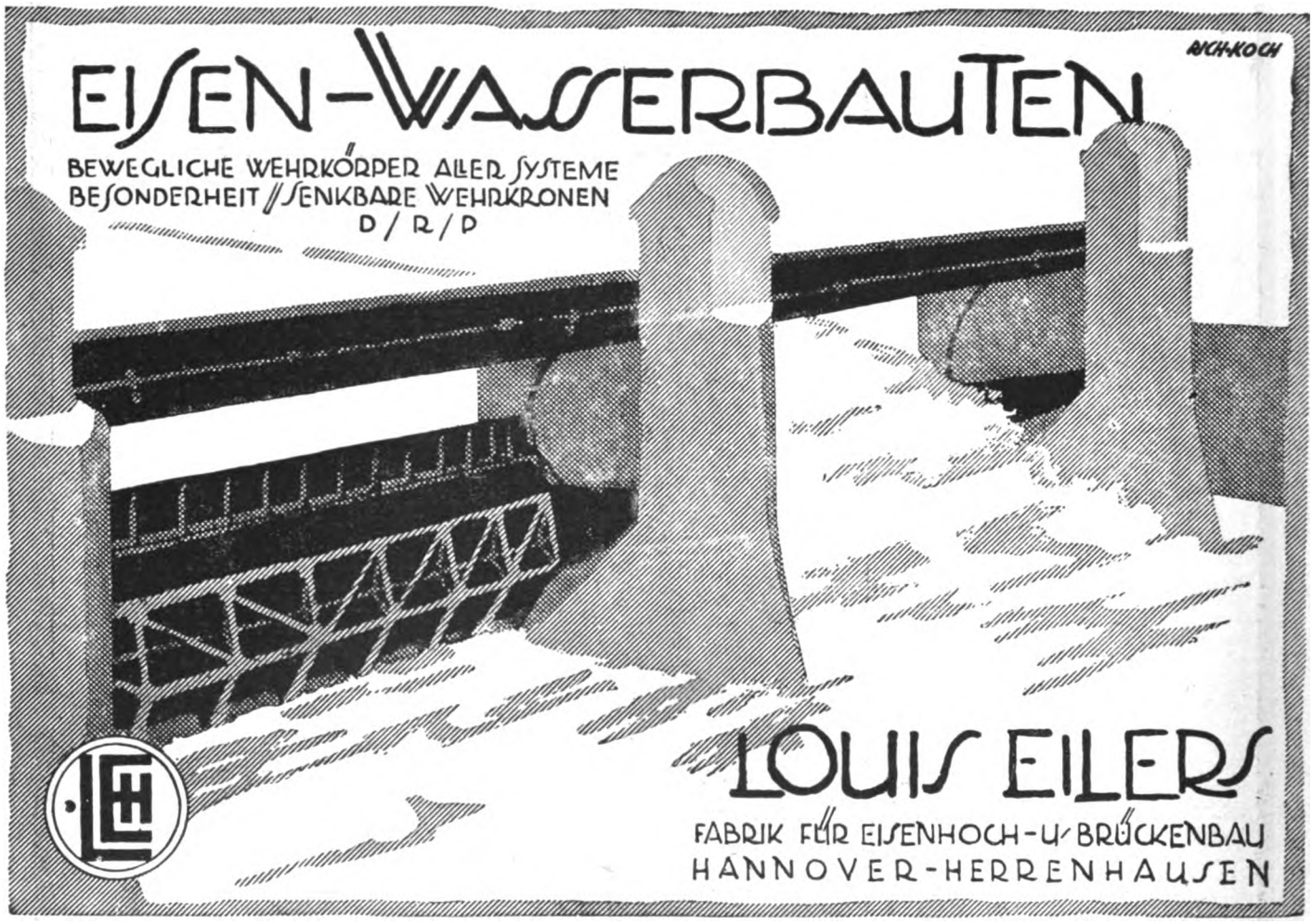
Neue Bücher.

(Wir behalten uns ausführliche Besprechungen vor.)

Die Elektro-Stahlöfen, ihr Aufbau und gegenwärtiger Stand sowie Erfahrungen und Betriebsergebnisse der elektrischen Stahlerzeugung. Fraktisches Hand- und Nachschlagebuch für den Stahlfachmann. Von E. Fr. Ruß, Oberingenieur. 471 Seiten mit 439 Abb. und 64 Zahlentafeln. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin, 1924. Geh. GM. 14,—.

Elektro-Jahrbuch. Ein Nachschlage-, Auskunfts- und Adreßbuch für die elektrotechnische Industrie. Herausgegeben von A. Joly unter Mitwirkung von Industrie, Handel, Behörden und Verbänden. Jahrgang 1923/24; 491 Seiten. Lexikon-Oktav. Stuttgart, Deutsche Verlagsanstalt. In Halbleinen geb. GM. 12,—.

Elektrotechnik (Starkstromtechnik). Eine Vorschule für Studierende, ein Lehr- und Nachschlagebuch für Praktiker aus allen Gebieten der Industrie. Von Dr.-Ing. e. h. M. Schenkel, Ob ringenieur der S. S. W. II. Teil:



Digitized by Google

Die Praxis der Starkstromtechnik. 9. Aufl., 337 Seiten; 232 Abb. Verlag J. J. Weber, Leipzig, 1924.

Die natürlichen Bedingungen der Donauversickerung und deren wirtschaftliche Nutzung. Von Dr. J. L. Wilser, Privatdozent für Geologie an der Universität Freiburg i. B. Mit 3 Tafeln, 57 Seiten. 1924. Theodor Fisher Verlag, Freiburg i. B. (Wir kommen auf die interessante und aktuelle Schrift noch eingehend zurück.)

Geschäftliches

Jahresberichte und Generalversammlungen der bayer. Großkraftwerke. Den uns in dankenswerter Weise übermittelten Jahresberichten über das Geschäftsjahr vom 1. Okt. 1922 bis 30. Sept. 1923 entnehmen wir:

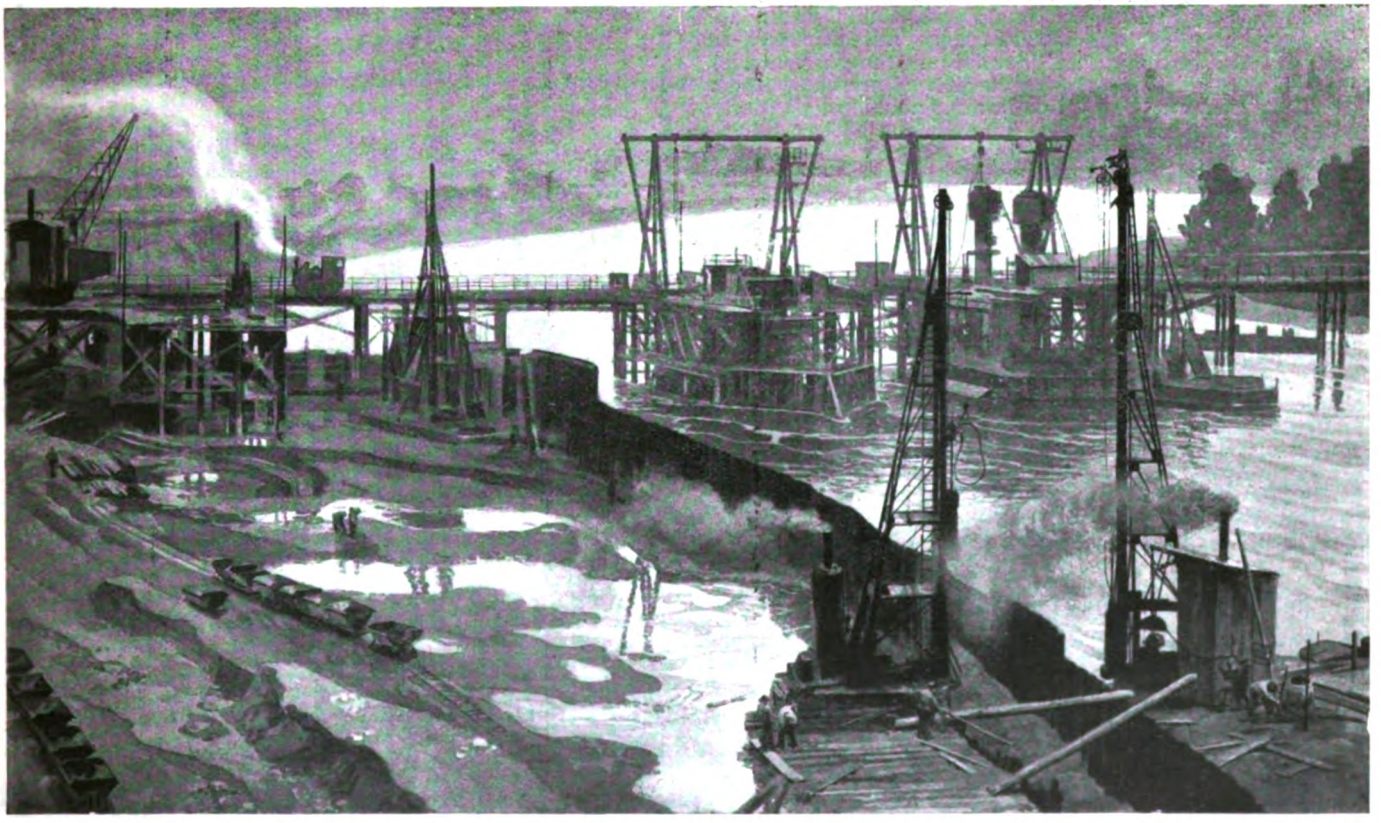
Walchenseewerk A.-G. Der Bau- und Betriebszustand des Walchenseewerkes ist unseren Lesern bereits aus Heft 6 unserer Zeitschrift bekannt. Die Loisach wurde auf etwa 4 km Länge vom Kochelseeauslauf an korrigiert; die Korrektionsarbeiten unterhalb Schönmühl wurden rüstig gefördert, die Arbeiten am Loisach-Isarkanal größtenteils vollendet. — Am 30. Jan. 1923 wurde das Aktienkapital von 100 auf 400 Millionen Mark und am 13. April 1923 von 400 auf 800 Millionen Mark erhöht. Aus der 2. Ausgabe der 4½%-Schuldverschreibungen flossen der Gesellschaft noch restliche 12 396 000 Mark zu, ferner wurden gemeinsam mit der Mittleren Isar A.-G. und der Bayernwerk A.-G. die 7—15% Walchensee-Anleihe sowie die 4% Walchenseegoldanleihe begeben, woraus der Gesellschaft 8 Milliarden Mark und 204,85 kg Feingold anteilsmäßig zuflossen.

Eine Gewinn- und Verlustrechnung ist hier wie bei den zwei anderen Gesellschaften nicht aufgemacht, da alle Ausgaben noch auf Baukonto gingen.

Mittlere Isar A.-G. Der Vorstandschaftsbericht gibt

Grün & Bilfinger A. G.

Tief- und Hochbau-Unternehmung



Wehrbau im Inn bei Jettenbach.

Digitized by Google

kurz den Stand der Arbeiten wieder, wie er bereits aus unserem Heft 7 ausführlich bekannt wurde, und betont als ein Zeichen des abgelaufenen Jahres die außerordentliche Vermehrung aller kaufmännischen und rechtlichen Geschäfte als Folge des Währungsverfalles. Außer der Beteiligung an den vorerwähnten beiden Anleihen mit anteilsmäßig 16 Milliarden und 302 Milliarden Papiermark wurde das Aktienkapital noch zu den gleichen Zeitpunkten wie bei der Walchenseewerk-A.-G. von 200 auf 800 und sodann auf 1600 Millionen Mark erhöht.

Mit der Deutschen Reichsbahn kam noch nach schwierigen Verhandlungen ein Vertrag seitens der Mittleren Isar A.-G. und ebenso der Walchenseewerk A.-G. zustande, über welchen wir bereits in Heft 23/24, S. 316 berichten, wonach sich die Reichsbahn für die Zwecke ihrer Strombedarfsdeckung an beiden Gesellschaften beteiligte und das Grundkapital der Mittleren Isar A.-G. aus diesem Anlaß auf 1800 Millionen erhöht wurde. Außerdem hatten beide Gesellschaften zusammen mit der Bayernwerk A.-G. auf Ersuchen der Regierungsstellen die sog. Walchensee-Goldquittungen ausgegeben, welche durch die landwirtschaftlichen Organisationen zur Erfassung der Ernte verwendet wurden.

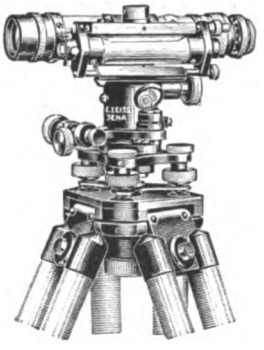
Der außergewöhnlich strenge Winter hat bei den vielen Erd- und Betonarbeiten dieses Unternehmens erschwerend gewirkt, es kann aber trotzdem mit einer Inbetriebnahme der Kraftwerke Finsing und Aufkirchen im Laufe dieses Sommers und des Kraftwerkes Eitting Ende des Jahres gerechnet werden. Die Zusammensetzung des Aufsichtsrates erfuhr eine bedauerliche Veränderung durch das Ableben von Dr.-Ing. Hubert von Schilcher und das Ausscheiden des Reichswirtschaftsministers Hamm anläßlich dessen Berufung nach Berlin.

Bayernwerk A.-G. Im Berichtsjahr wurde am 10. Aug. 1923 der letzte (3880.) Gittermast gestellt und waren am 30. Sept. sämtliche 345 km Netzlänge mit Kupferleitern und 513 km Netzlänge an Aluminiumleitungen vollendet, 22 km waren noch unvollendet. Die Einrichtungen der 11 Umspannwerke und der Zentralkommandostelle Karlsfeld wurde im Lauf des Jahres mit allen zugehörigen Nebenanlagen begonnen und so gefördert, daß bis Anfang April 1924 nach Fertigstellung der Umspannwerke Meitingen, Nürnberg, Arzberg und Würzburg die Stromlieferung an das Großkraftwerk Franken A.-G., an die Lech-Elektrizitätswerke A.-G., die Bayerische Elektrizitäts-Lieferungsgesellschaft und an die Kreis-Elektrizitätsversorgung Unterfranken A.-G. nach der am 21. Jan. 1924 erstmalig erfolgten Lieferung vom Walchenseewerk nach Nürnberg aufgenommen werden konnte. Die restlichen Umspannwerke München (Karlsfeld), Schweinfurt, Regensburg, Landshut, Amberg, Aschaffenburg und Bamberg kommen im Laufe des Sommers sämtliche in Betrieb.

Ueber den „Bayerischen Elektrizitäts-Versorgungsverband" als Organisation der Energie-Großabnehmer wurden im Berichtsjahr Stromlieferungsverträge von durchwegs etwa 25jähriger Dauer geschlossen mit den städt. Elektrizitätswerken München, den Isarwerken, Amperwerken, der Ostbayerischen Stromversorgung A.-G., den Oberpfalzwerken, sowie dem Ueberlandwerk Oberfranken; außerdem mit den bereits als beliefert angeführten vier Unternehmungen, und ferner wurde ein Vertrag mit der Württembergischen Landes-Elektrizitäts-A.-G. getätigt, so daß die hochwertige Darbietung des Walchenseewerkes und des ersten Ausbaues der Mittleren Isar von zusammen rund 70 000 kVA verkauft ist. Es handelt sich im Weiteren nun noch um den Absatz der Energie des Kachletkraftwerkes und um Unterbringung der Ueberschuß-Energie, worüber mit elektrochemischen und elektrometallurgischen Unternehmungen Verhandlungen gepflogen wurden.

In technischer Hinsicht nennt der Bericht noch eine eingehende Untersuchung der Spannungsregelung im Bayernwerknetz, über den Blindstrombedarf und dessen Deckung, sowie die Aufstellung eines Kurzschlußplanes. Zusammen mit der Wasserkraftabteilung im Staatsministe-

ZEISS
Nivellier-Instrumente
für
Vermessungen,
Bauarbeiten,
Absteckungen
usw.



Sehr leichte und trotzdem leistungsfähige Instrumente

Nivellierlatten
Winkelprismen

Druckschrift „Geo 63" kostenfrei von:
CARL ZEISS JENA

Los II Innwerk Mühldorf.

Friedrich Zink
Bauunternehmung
München, Neuhauserstraße 11/III
Projektierung und Ausführung von
Wasserkraft-Anlagen
Ausnützung und Finanzierung kompletter Anlagen
Beton- u. Eisenbetonbauten
Baggerarbeiten aller Arten.

Digitized by Google

rium des Innern wurden auf Grund der Wasserführung der in Betracht kommenden Flüsse umfassende Wasserwirtschaftspläne zur besten Ausnutzung der Energiemengen für die Reichsbahn und die Landesversorgung ausgearbeitet.

Ein in der Bilanz erscheinendes Beteiligungskonto in Höhe von 147 398 000 Papiermark rührt her von einer Beteiligung der Gesellschaft an der Kreis-Elektrizitätsversorgung Unterfranken A.-G. in Würzburg und am Ueberlandwerk Oberfranken A.-G. in Bamberg, beidesmal mit Sitz und Stimme in deren Aufsichtsräten.

Die Generalversammlungen der drei Gesellschaften am 11. April 1924 genehmigten die Bilanzen und erteilten den Vorständen und Aufsichtsräten Entlastung; beim Walchenseewerk wurde neu in den Aufsichtsrat gewählt Geh. Rat Wächter, Bamberg, ebenso bei der Mittleren Isar Reichspostminister a. D. Stingl, München.

Deutscher Wirtschaftsbund für Schiffbau und Schiffahrt. Zur Wahrnehmung der wirtschaftlichen Interessen aller in Schiffbau und Schiffahrt tätigen Kreise ist mit dem Sitz in Berlin W 30, Maaßenstr. 17, eine von einzelnen Interessengruppen unabhängige Vereinigung von Fachleuten der einschlägigen Gebiete ins Leben getreten, die auch die maßgebenden Autoritäten unserer wissenschaftlichen Institute zu ihren Mitarbeitern zählt und als Vertrauens- und Beratungsstelle für Submissionen, Gutachten, Bauaufsichten, Rechts- und Steuersachen, Finanzierungen, Patentverwertungen, Wirtschaftsauskünfte, Treuhandaufgaben usw. dienen will. Die Veröffentlichungen des Deutschen Wirtschaftsbundes für Schiffbau und Schiffahrt erfolgen als Sonderbeilage der Fachzeitschrift „Schiffbau", die infolge eines 25jährigen Wirkens sich im In- und Auslande einen ausgezeichneten Ruf erworben hat. Den Vorstand bilden Geh. Baurat Grundt, Sachverständiger der Handelskammer Berlin, ehem. Direktor der Marine-Abteilung der Reichstreuhandgesellschaft und Rechtsanwalt Dr. Schrüffer.

Bayerischer Revisionsverein. Dem Jahresbericht des Bayerischen Revisionsvereins, dessen Tätigkeit auch für Wasserkraftbesitzer hinsichtlich seiner elektrotechnischen Abteilung viel von Wert sein wird, entnehmen wir, daß an Stelle des in den Ruhestand getretenen verdienstvollen Vorstandes der elektrotechnischen Abteilung, Obering. Boccali, der bisherige Obering. Narciß zum Vorstand dieser Abteilung bestellt wurde. Außerdem hat der Bayerische Revisionsverein mit Rücksicht auf die zunehmende Bedeutung der Elektrotechnik durch den fortschreitenden Ausbau der Wasserkräfte seinen beiden Außenstellen Augsburg und Hof elektrotechnische Abteilungen unter den Vereinsingenieuren Roß, bezw. Berg angegliedert.

Kachlet-Kraftwerk. Gemäß Vereinbarung der Bayernwerk-Aktiengesellschaft mit der Rhein-Main-Donau A.-G. und der Großkraftwerk Franken A.-G. wird die Fortleitung der im Kachlet-Kraftwerk anfallenden Energie durch das Bayernwerk ausgeführt. Demgemäß baut und betreibt das Bayernwerk auf seine Kosten ein 110 kV-Umspannwerk beim Kachlet-Kraftwerk und eine 110kV-Leitung von dort nach Regensburg, wodurch der Anschluß an das Bayernwerk-Ringsystem vermittelt wird.

Die Erfahrungen, welche das Bayernwerk beim Bau seiner 12 Transformatoren-Großstationen und Schaltanlagen, sowie seiner 1000 km 110 kV-Leitungen gesammelt hat, werden beim Bau des neuen Umspannwerkes und der Leitung Kachlet-Regensburg entsprechend verwertet.

Vom Bayernwerk sind die Ausschreibungen auf die Lieferung der elektrischen Einrichtungen des Umspannwerkes bereits erfolgt.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Nummer liegt ein Prospekt des Verlages WILH. ERNST & SOHN, BERLIN W. 66, Wilhelmstr. 90 bei, auf den wir unsere Leser besonders aufmerksam machen.

F. Schichau / Elbing

Wasserturbinen
überlegener Konstruktion für alle Gefälle u. Leistungen

*

Präzisions-Turbinen-Regler

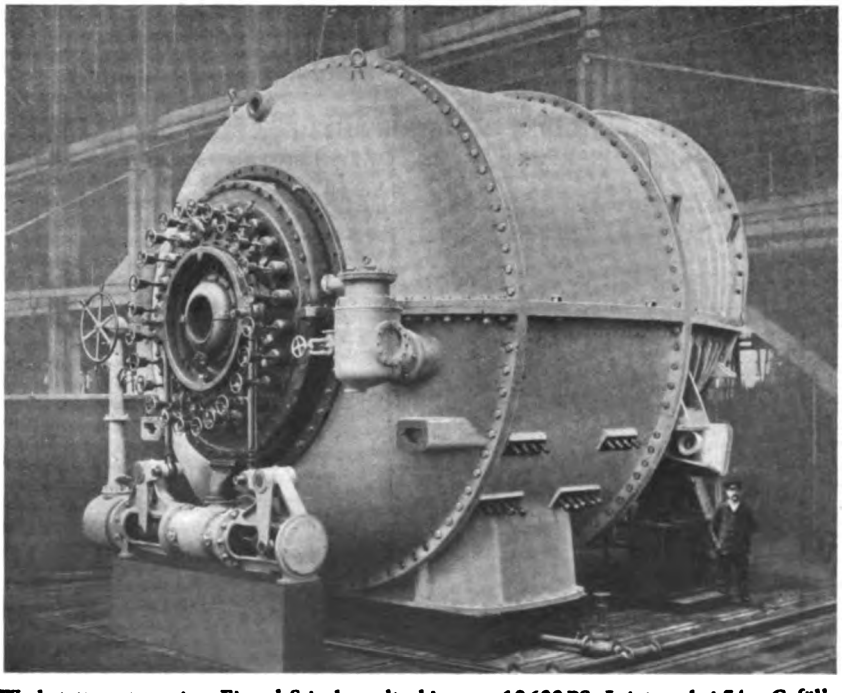
*

Schützenanlagen und Rechen

*

Wasserstands-Regler

*



Werkstattmontage einer Einrad-Stirnkesselturbine von 10600 PS. Leistung bei 34 m Gefälle.

Übersetzungsgetriebe
mit Stahlstirnrädern für höchste Kraftleistungen

*

Rohrleitungen und Sicherungen

*

Eigene Versuchsanstalten für Turbinen und Regler

*

Techn. Büro für Bayern: Ign. A. Lenz, München, Goetheplatz 1.

Digitized by Google

Eisenwerk Martinlamitz A.-G.

in Martinlamitz

bei Hof an der Saale — Bayern

lieferte im Zusammenhang mit der Erstellung des Walchenseekraftwerkes

für die Bayernwerk A.-G., die Deutsche Reichsbahn und die Walchenseewerk A.-G.

a) für die Verwendung beim bezw. im Walchenseekraftwerk:

das Drehstrom- und Einphasenstromabspanngerüst vor dem Schalthaus des Walchenseekraftwerkes (nach Entwurf der Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G. — Aufstellung gemeinschaftlich mit diesen)

die bis zu 40 m hohen Maste hinter dem Walchenseewerk für die Deutsche Reichsbahn und das Bayernwerk **zur Leitungsführung über die Seenase und den See** hinweg (Entwurf Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G.)

die Masten der Bayernwerksleitung ab **Drehstromabspanngerüst** bis zur alten Kesselbergstraße und weiter nördlich

die Eisenkonstruktion für die Wasserwiderstände im Kraftwerkshof (Entwurf A. E. G.)

und die **Eisenkonstruktionen für die 100 Kv-Schalteinrichtung** (Entwurf A E.G.)

b) außerdem für die Verwendung zu den Leitungen und Umspannwerken des Bayernwerks:

die beiden 45 m hohen Donaukreuzungsmaste bei Regensburg (Entwurf Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G, Aufstellung gemeinschaftlich mit diesen)

an Gittermasten für das Netz des Bayernwerks, eine Gewichtsmenge gleichwertig **für ca. 180 km Leitungsstrecke**

das Abspanngerüst vor dem Umspannwerk Karlsfeld (Entwurf A. E. G.)

die eisernen Dachkonstruktionen für die Umspannwerke Amberg, Arzberg und Bamberg

die eisernen Schaltgerüste für die Umspannwerke Arzberg und Landshut (nach Entwurf A. E. G.)

c) für die Deutsche Reichsbahn:

Speiseleitungsmaste für etwa 40 km Strecke und viele Hunderte von **Fahrleitungsmasten** für die Reichsbahndirektionen München und Regensburg.

Beste Referenzen durch Groß-Elektrizitätsfirmen, Überlandwerke und Private.

Sorgfältige Arbeit, rasche Lieferung!

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 12 **München, 15. Juni 1924** **19. Jahrgang**

Tagung des Deutschen Wasserwirtschafts- u. Wasserkraftverbandes E.V.

Die diesjährige Hauptversammlung des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes e. V. fand am 22. Mai in der Aula der Charlottenburger Technischen Hochschule statt. Wir berichten nachstehend über die im öffentlichen Teil der Tagung gehaltenen Vorträge.

Hydraulische Akkumulierungsanlagen.

Von Dr. ing. Dubs, Zürich.

Dr. Ing. Dubs von Escher, Wyss & Co. besprach an Hand zahlreicher Lichtbilder einige ältere und neuere, zum Teil noch im Bau befindliche Wasserkraftanlagen mit Speicherung. In etwas allgemeineren Ausführungen erläuterte er zuerst kurz den Grundgedanken der hydraulischen Jahresakkumulierung bei Flußwasserkräften mit Hilfe einer bildlichen Darstellung der natürlich vorhandenen und der ausnutzbaren Wassermenge, des zugehörigen Roh- und Nettogefälles, sowie der erzielbaren Leistung $N_{e\ total}$ als Ordinaten über der Wassermengenhäufigkeit bezw. Gefällehäufigkeit (in Tagen) als Abszissen. Als erstes Beispiel behandelte er sodann die Hochdruck-Akkumulierungsanlage Adamello (zwischen Ortler und Gardasee). Der von Gletscherzuflüssen des 3567 m hohen Adamello gespeisten Lago d'Arno (natürlicher Seespiegel auf rd. 1790 m ü. N. N.) wird im Vollausbau zwischen Kote 1810 und Kote 1765 ü. N. N. beansprucht und gleicht in der Elektrizitätsversorgung der Lombardei den Wintermangel aus. Das Gefälle zwischen Seespiegel und erster Kraftstation in Isola beträgt im Mittel rd. 910 m und bereits ohne Speicherung könnten hier dauernd 2 cbm ausgenutzt werden. In der zweiten Station Cedegolo (4500 m Hangkanal, Wasserschloß, 900 m Rohrleitung) werden weitere 470 m Gefälle nutzbar gemacht und so auf 17 km Entfernung im ganzen rd. 72 000 PS (Vollausbau) gewonnen. Die Wasserfassung am steilen Seehang, das Absperrschütz des Stollens mit seiner besonderen Bauart, die ein Oeffnen und Schließen gegenüber einem Wasserdruck von 45 m gestattet, der 1500 m lange Stollen (Kreisprofil von 1800 mm Durchmesser und z. T. zugfester Blechauskleidung), die Druckrohrleitung, welche bei einem Gefälle von rd. 873 auf 1212 m vielleicht die steilste Rohrleitung ist, wurden im Lichtbild vorgeführt. Die Wandstärke der aus 6 m langen Stücken bestehenden oben genieteten, unten geschweißten Rohrstränge wächst von 7 auf 32 mm; die Rohrleitung ist an 8 Auflagerpunkten unterstützt; die Wassergeschwindigkeit beträgt 2 bis 4 m in der Sekunde, der Druckhöhenverlust nur 2,6% des Gesamtgefälles = 24 m. In der Kraftzentrale Isola wechselt Q von 2 bis 4 cbm/sec, H von 853 bis 920 m; es sind 4 (Vollausbau 7) Turbinen je 6500 PS bei $n = 420$ Umläufen/Min. aufgestellt und direkt mit den Generatoren gekuppelt. Die Laufräder haben einen Außendurchmesser von 3000 mm und dienen zugleich als Schwungräder. Der aus der einen Düse jeder Turbine austretende Strahl hat 80 mm Durchmesser und rd. 135 m/sec Geschwindigkeit. Bei der Regulierung wird die Düse, die mit dem Regler mechanisch gekoppelt ist, ausgeschwenkt. Der garantierte Wirkungsgrad der Turbinen von 77% wird erheblich übertroffen und erreicht zwischen 4000 und 6000 PS bis zu 88%; er beträgt noch bei 2500 PS 82%, bei 7200 PS 85%. Auf den Gesamtwirkungsgrad der Anlage war je Turbineneinheit eine hohe Prämie gelegt, da jedes Mehrprozent an Wirkungsgrad 30 000 frcs. Mehreinnahme bedeutet. — Kurz wurden weiter eine italienische Anlage, das Werk am Lac d' Oô in den Pyrenäen sowie das Schwarzenbach-Werk und die dort zur Aufstellung gelangenden besonders großen Dreirad-Freistrahlturbinen[1]) (zusammen max. 35 300 PS bei H = 327 m), sowie die zwei Speicherpumpen (zusammen max. 10 000 PS = rd. 3000 Liter/sec auf 250 m Höhe) erwähnt.

Besonders eingehend behandelte Dr. Ing. Dubs sodann das größte Akkumulierungswerk Europas, das schweizerische Wäggitalwerk[2]), das in Zusammenarbeit mit den Nordostschweizerischen Kraftwerken (N. O. K.) den erforderlichen Jahresausgleich herstellen und erst hierdurch eine volle Ausnutzung der vorhandenen Flußkraftwerke, deren alleiniger Ausbau bisher einseitig bevorzugt worden ist, ermöglichen wird. Der Strombedarf der Schweiz ist seit 1913 gewaltig gestiegen, wenn vielleicht auch jetzt die Spitze erreicht sein mag; der Verbrauch auf den Kopf der Bevölkerung gerechnet betrug 1901: 21; 1913: 138; 1920: 320 kWh, insbesondere auch Koch- und Heizstrom. Die besonderen innerpolitischen Strukturverhältnisse der Schweiz, die für Wasserkraft-Elektrizitätsunternehmungen die Form einer Kantonsaktiengesellschaft mit staatlichem Charakter bedingen, haben das zum Strombedarfszentrum ebenso günstig und unter einer Anzahl Vergleichsprojekten billigste Etzelwerk an Konzessionsschwierigkeiten scheitern lassen. Auch für das zweitbilligste Wäggitalwerk, dem „das sterbende Dorf" Innertal mit 36 Anwesen und 498 ha Boden zum Opfer fällt, ist die Konzession nur mühsam und unter Nachweisung der Naturschönheit des neuen Stausees und Zusicherung vieler Nebenarbeiten zu erhalten gewesen. Das Werk besteht aus der Staumauer im Schräh, welche 140 Millionen cbm auf 900 m ü. N. N. aufstaut, einem 3445 m langen Stollen, Wasserschloß, Druckleitung der oberen Zentrale Rempen, welche aus 258 m Gefälle 80 000 PS erzeugt. Daneben wird durch eine zweite Mauer ein Ausgleichbecken von 360 000 cbm Inhalt angelegt; dann folgt ein Stollen von 2450 m, Wasserschloß, Druckleitung und Zentrale Siebnen, die aus 197 m Gefälle 60 000 PS erzeugt. Die eingehenden geologischen Vorarbeiten im Schräh führten zu teilweise widersprechenden, z. T. zu vorsichtig abgegebenen Gutachten. Beim Bau der Sperre mußte an der tiefsten Stelle bis auf 45 m unter Talsohle gegangen werden, wodurch die Mauerhöhe an dieser Stelle 97 m beträgt. Sie hat eine Kronenstärke von 4 m und ist im Fundament rd. 70 m stark; sie enthält etwa 230 000 cbm Masse und wird aus Gußbeton hergestellt. In beiden Krafthäusern werden je 4 vertikale Francisturbinen aufgestellt; die Saugrohre sind nach einer neuen Theorie von Professor Prasil geformt und sollten in dieser Form häufigere Anwendung finden. Die Inbetriebsetzung dieses für die Schweiz von besonderer Bedeutung werdenden Werkes ist für Ende 1925 vorgesehen. — In der Diskussion wies Oberregierungs- und Baurat Mattern auf die Tragik hin, daß die deutschen Maschinenfabriken gezwungen wären, ins Ausland zu gehen, um dort ihre Leistungsfähigkeit an großen Aufgaben zu beweisen; doch auch in Deutschland gäbe es nach Ausbau der wenigen hohen Gefällsstufen noch mannigfache Aufgaben zu lösen

[1]) Vgl. unsere Zeitschr. 1924, H. 1, S. 1 und H. 4, S. 35.
[2]) Vgl. unsere Zeitschr. 1923, H. 23/24, S. 309.

Digitized by Google

durch systematischen Ausbau ganzer Gebirgszüge (z. B. Harz) unter Verbindung mehrerer Sammelbecken miteinander und für verschiedene Zwecke. Auch im norddeutschen Flachland lassen sich an natürlichen oder künstlichen Speichern beträchtliche Gefällhöhen erschließen, wie dies z. B. in Pommern und Ostpreußen für die Ueberlandversorgung dieser Provinzen mit gutem Erfolge für Spitzenwirkungen gegenwärtig geschieht. Mannigfache Pläne dieser Art schweben auch in der Provinz Brandenburg.

Moderne Propeller- und Kaplanturbinen.

Von Dr. ing. Hahn, Heidenheim.

Dieser Vortrag begegnete lebhaftem Interesse, da er zu den ersten Mitteilungen einer deutschen Firma (Voith) zu rechnen ist, die nach der bisherigen Zurückhaltung vor der Oeffentlichkeit den neuen Turbinenformen den ihnen gebührenden Platz zuweisen. Gegenüber den Fortschritten auf dem Gebiet der Wärmekraftmaschinen, welche die ihnen zugeführten Kräfte z. Zt. nur zu etwa 19—40% (Dampf, Oel) ausnutzen und bei denen sich daher in der Verbesserung des Wirkungsgrades wenigstens theoretisch noch ein weites Arbeitsfeld bietet, müssen die noch erzielbaren wesentlichen Fortschritte der Wasserkraftmaschinen, bei denen η 80 bis 90% beträgt, auf anderem Wege gesucht werden. Für die Verhältnisse in Deutschland können wirtschaftliche Vorteile erzielt werden: 1. durch Erhöhung der Schluckfähigkeit, 2. durch Erhöhung der Umlaufzahl, die die Kosten der elektrischen Maschinen, den Raumbedarf usw. verbilligt, 3. durch Konstruktionen, für welche innerhalb größerer Beaufschlagungsgrenzen die Wirkungsgradkurve zu beiden Seiten ihres Maximums möglichst flach verläuft. — Die gleichzeitige Erfüllung dieser Forderungen ist allerdings nur bis zu einem gewissen Grade möglich.

Die beste Vergleichsmöglichkeit bei Betrachtung verschiedener Turbinen bietet der Begriff der „spezifischen Drehzahl" $n_s = n_l \sqrt{N_l}$ den Hahn daher an die Spitze seiner Ausführungen stellte. Er schilderte dann an Hand von Lichtbildern die Entwicklung der Einfach-Francisturbinen von etwa 1900 bis 1910 mit n_s = 180 bis 200; seit 1912 n_s = 400 bis 500; für n_s = 500 fällt die η = Kurve beiderseits ihres Höchstwertes in wachsendem Maße steiler ab; dann folgten Bilder für Mehrfach-Francisturbinen (Teilung der Wassermenge bezw. der Leistung), darunter eine Doppelzwillingsanlage mit 20 m langer Turbinenwelle. Weitere Bilder zeigten den heutigen Stand der Uebersetzungsgetriebe zwischen Turbine und Generator: Für Holz- auf Eisen-Räder liegt bei 1 m breiten Zähnen (Anlage Mainaschaff) die Grenze der Leistungsfähigkeit bei 800 bis 1000 PS; Präzisions-Kegelradgetriebe, hochwertige Stirnradgetriebe Eisen auf Eisen, Citroengetriebe mit schwieriger Oelschmierung haben die Kinderkrankheiten (auch Teilungsfehler) noch nicht überwunden. Das Ruhrkraftwerk Hohenstein hat eine Uebersetzung von 60 auf 750 bei 98 bis 99% Wirkungsgrad aufzuweisen. Eine Verbilligung der Anlage kann jedoch durch derartige Getriebe kaum erzielt werden; wesentliche Ersparnisse sind nur bei Vermeidung jeglichen Zwischengetriebes durch direkte Kuppelung der Turbine mit dem Generator zu erreichen. Dies ist das Ziel der neuen Kaplan- und Propellerturbinen.

Kaplan's Patente vom Jahre 1913 beruhten auf dem Grundgedanken[3]), daß die Führung des Wassers innerhalb der Turbine längs vieler langer Schaufelflächen unnötige Reibungsverluste bedingt; er ordnete daher zunächst nur zwei bis vier ganz kurze Schaufeln an. Es hat sich aber bei Wiederholung der Kaplanschen Versuche an einem größerem als dem ursprünglichen Kaplanschen Modell gezeigt, daß eine übermäßige Verkleinerung der Schaufeln nicht immer richtig ist. Kaplan erreichte spezifische Drehzahlen n_s = 1000 bis sogar 1500. — Das Schicksal der Kaplanschen Gedanken in Amerika während des Krieges ist bekannt; Amerika baut allerdings nur Räder mit festen Flügeln und n_s bis 700. Ein Lichtbild zeigte nebeneinander die Turbine von Lawaczek-Neumeyer, Moody, Voith, Nagler, Bell und Kaplan. Sie unterscheiden sich im wesentlichen nur durch die Stellung des Leitrades zum Laufrad (werden auch von ihren Erfindern Diagonal-, Axial- usw. -Räder genannt) und durch die verschiedene Länge der Schaufeln. Die weiteren Untersuchungen des Kaplanturbinenkonzerns haben zunächst nur ein beschränktes Anwendungsgebiet ergeben, so daß es verfrüht wäre, bei allen Turbinenarten von einer wesentlichen Erhöhung der bisherigen spezifischen Drehzahlen zu sprechen.

In Europa sind inzwischen neue Berechnungsgrundlagen für Propellerräder geschaffen und insbesondere ist der Zusammenhang zwischen Schaufellänge und -stellung sowie Gefälle und Saughöhe, Umdrehungszahl und Wirkungsgrad geklärt worden. Voith hat zu diesem Zweck in St. Pölten eine besondere Versuchsanlage gebaut; überschritt das Gefälle eine gewisse Grenze, so fiel der Wirkungsgrad der Kaplanturbinen sehr schnell um 20 bis 25% ab, was seinen Grund bei der hohen Schaufelbelastung wahrscheinlich in Wasserablösungen an den einzelnen Schaufeln haben dürfte. Hier sind dann größere Schaufelflächen besser und man gelangte so zu den Voith-Kaplan-Propellerturbinen von 1921. Da die Schaufelbelastung (Schaufelfläche) von Anzahl und Schaufellänge abhängt, fehlt bis heute eine einheitliche Schnellläufertype. Im allgemeinen gilt die Regel, daß zur Erzielung eines guten Wirkungsgrades die Schaufel um so kleiner sein soll, je höher n_s, aber um so größer, je größer das Gefälle und insbesondere die Saughöhe ist. Je kürzer die Schaufeln, um so tiefer muß das Rad zum Unterwasser gesetzt werden. Dies ist wichtig auch für verstärkte Korrosionswirkungen, die infolge von Kavitation auftreten. Da das Wasser die Propellerräder noch mit verhältnismäßig großer Energie verläßt, ist die Ausbildung des Saugrohres von sehr erheblichem Einfluß Kaplanturbinen können nach diesen Untersuchungen für Gefälle unterhalb etwa 6 m mit n_s = 700 bis 1000, Propellerräder, die bei gleichem Durchmesser wie die Kaplanräder eine kleinere Schaufelbelastung (Schaufelfläche = Breite × Länge × Anzahl) aufweisen, mit n_s = 400 bis 700 bis zu H = rd. 8 m heute bereits empfohlen werden.[4]) Die Abhängigkeit, in der n_s von H steht, ist beim Entwurf zu beachten. Die Anlage Siebenbrunn[5]) besitzt bisher das größte Kaplanrad in Oesterreich; sie arbeitet seit über einem Jahr zufriedenstellend; um den besten Wirkungsgrad zu erzielen, werden Leitschaufeln und Laufradschaufeln in bestimmtem Verhältnis zueinander verstellt. Besonders interessant waren die Abbildungen, in denen die Wirkungsgrade von Kaplan- und Propellerturbinen bei verschiedener Beaufschlagung in Prozent[6]) oder Leistung in Prozent mit denen anderer moderner Anlagen (Lilla Edet), denen amerikanischer Turbinen und von gewöhnlichen Francisrädern verschiedener spezifischer Tourenzahl verglichen wurden. Kaplanturbinen zeigen eine hohe Empfindlichkeit bei unrichtigem Verhältnis der gegenseitigen Regulierung der Leitrad- und Laufradschaufeln. Im Vergleich zu den anderen Rädern zeigen Propellerräder noch eine erhebliche Rückständigkeit bei Teilbeaufschlagungen; sie eignen sich daher hauptsächlich für Grundbelastung bezw. volle Beaufschlagung und erreichen hierbei den höchsten Wirkungsgrad aller Räderarten. Bei einigen Propellerrädern erreicht Voith allerdings noch bei 15% Leistung 75% Wirkungsgrad. Eine Veröffentlichung in einer Zeitschrift wäre sehr erwünscht, da gerade für die Wahl der richtigen Turbine bei wechselnden Wassermengen und wechselnder Leistungsanforderung überaus wichtige Schlüsse aus den gezeigten Kur-

[3]) Wesentlich drei Grundgedanken liegen den Patenten zu Grunde: 1. Das Wasser stromt radial ein und unter Einschaltung eines Schaufellosen Zwischenraumes axial durch die Laufschaufeln aus. 2. Anordnung sehr weniger kurzer, zellenloser (sich in der Horizontalprojektion nicht überdeckender) Laufschaufeln. 3. Drehbarkeit der Laufradschaufeln zur Erzielung günstiger Wirkungsgrade bei Teilbeaufschlagungen.

[4]) Es sind in Europa Kaplanräder bis zu 17 m Gefälle, in Amerika Propellerräder bis zu 20 m Gefälle erfolgreich ausgeführt. (Anm. d. Schriftltg.)

[5]) Z. d. V. d. I 1924. H. 15, S. 357.

[6]) Vgl. auch unsere Zeitschr. 1924, H. 5, S. 55.

Digitized by Google

ven gezogen werden können. Ganz besonders wertvoll, leider aber zu kurz behandelt, waren die vergleichenden Wirkungsgradbilder für Anlagen, in denen 3 Turbinen in verschiedener Zusammenstellung, z. B. zwei Kaplan- und eine Propeller-Turbine je nach der Wassermengendarbietung in verschiedener Schaltung (allein, parallel usw.) zusammenarbeiten. Hiermit ist ein Gebiet angeschnitten worden, das noch weiterer Untersuchungen wert ist; bei der einen vom Vortragenden gezeigten Anordnung können auf diesem Wege nur durch die richtige Wahl der Turbinenarten und ihrer gegenseitigen Schaltung 3 bis 5% der Gesamtjahresleistung an Wasserkraft gewonnen werden. Daß die konstruktiven Schwierigkeiten, die durch die Verstellbarkeit der Laufschaufeln bedingt werden, gut überwunden worden sind, veranschaulichten einige Lichtbilder.

In der Diskussion erörterte Geh. Rat Prof. Reichel das Verhältnis von Wirkungsgrad und Schaufelbelastung bei wechselnder Wassermenge; die Zuordnung zwischen Umfangskraft (Leistung) und Umdrehungszahl bei ein und demselben Wirkungsgrad ist nicht immer eindeutig (Pendeln). Bei Kaplanturbinen sei im Gegensatz zu Francisturbinen bei $n = 0$ das Moment nicht am größten. Daher entsteht die für elektrische Anlage wichtige Frage, ob praktische Erfahrungen darüber vorliegen, daß Propellerturbinen unter Vollast anlaufen und bei bestimmter Umfangskraft in einem bestimmten Beharrungszustand (n) gehalten werden können. Ferner bemerkte Geh. Rat Reichel, daß der Gedanke der Verstellung der Laufradschaufeln nicht neu wäre, sondern bereits 1878 von Finckh in seinem Buche veröffentlicht wurde. Der Vortragende beantwortete die Frage dahin, daß auch bei Kaplanturbinen für $n = 0$ das Moment etwa ebenso groß sei wie bei Vollast; das Anlaufmoment der Kaplanturbinen sei kleiner als bei gleichwertigen Francisturbinen, für die elektrischen Maschinen sei jedoch ein Nachteil nicht zu erwarten, zumal in Elektrizitätswerken, im Gegensatz zu Mühlen und Spinnereien, keine Notwendigkeit vorliege, unter Vollast anzulaufen. Wo dies aber erforderlich sei, seien Kaplan- und Propellerturbinen nur mit Vorsicht anzuwenden. Die Verstellung der Laufradschaufeln an sich ist nicht neu, Kaplan behauptet jedoch, daß sein zellenloses Rad sich besser für gleichzeitige Verstellung von Leitrad- und Laufradschaufeln eigne, als ein Rad bei dem sich die Schaufeln in Horizontalprojektion überdecken; zweifellos sei es s e i n Verdienst, wenn jetzt praktisch der Gedanke verwertet werde. Weitere Fragen betrafen die Empfindlichkeit des neuen Rades gegen Gefällewechsel und, ob insbesondere für das Gefälle eine untere Grenze (etwa unterhalb 1 m) sich ergeben habe. Die Antwort lautete, daß bei Hochwasser Kaplanturbinen etwas besser als Francisturbinen arbeiten, daß sie gegen Gefälleabnahmen unempfindlicher sind als gegen Gefällezunahmen. Daher ist es empfehlenswert, das Konstruktionsgefälle nicht zu niedrig zu wählen. Eine Begrenzung des Gefälles nach unten sei hydraulisch nicht zu begründen, es ist dies eine in jedem Einzelfalle nachzuprüfende Preisfrage; Kaplanturbinen seien z. Zt. noch 25 bis 30% teurer als entsprechende Francisturbinen bei geringen Gefällen und ein Vorteil, der sich vielleicht durch den Wegfall des Getriebes infolge direkter Kupplung in Einzelfällen ergeben könnte, würde dadurch wieder zunichte.[1])

Neuere Bauweisen von Sperrmauern.

Von Prof. Dr. ing. L u d i n, Charlottenburg.

Die von Intze in Deutschland eingeführte Schwergewichtsmauer ist im Querschnitt in ihrer Grundform ein Dreieck mit lotrechter Wasserseite, welche dem abschiebenden Wasserdruck ihren Scherwiderstand, dem kippenden Wasserdruckmoment ihr Standfestigkeitsmoment entgegensetzt; in den Grenzfällen vollen und leeren Beckens ist die Spannungsverteilung im Untergrund eine ungleichmäßige. Die Bodenpressung kann durch Wahl eines gleichseitigen Dreiecks als Querschnittsform vergleichmäßigt werden, doch erfordert diese Form einen Mehraufwand an Material, stellt also keinen wirtschaftlichen Fortschritt dar. Zeichnet man im Querschnitt die Linien gleicher Spannung, so erkennt man, daß zur Ausnutzung des in der Mauer verbauten Materials eine Mindeststauwasserhöhe vorhanden sein muß; in der Anwendung durchwegs teuren Materials an allen Stellen der Mauer liegt also eine Unwirtschaftlichkeit. Ein erster Fortschritt besteht daher in der Verbilligung des Baubetriebes, sowohl in der mehr fabrikmäßigen Massenherstellung und -Förderung der großen zu verbauenden Materialmengen, als auch in der zeitlichen Leistungssteigerung (Herabsetzung der Baukapitalzinsen, die bei werbenden Anlagen wie Wasserkraftanlagen eine wesentliche Rolle spielen). Hier stellt, auch im Hinblick auf den Mangel an Spezialarbeitern (Maurern), die aus Amerika stammende Gußbetonbauweise unter Anwendung von Sparblöcken von 1—2 cbm Inhalt einen wesentlichen Fortschritt dar. Ein weiterer Fortschritt unter Beibehaltung der natürlichen Form der Schwergewichtsmauer ist die Anordnung von Aussparungen in der Mauer, wie senkrechter Schlitze oder in der Form von Honigbienenwaben (Gutzwiler), die mit Kies, Steinen und dergl. ausgefüllt werden. Bei schlechter Zugänglichkeit der Baustelle im Hochgebirge ist die Bauart nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, sofern Sorge getragen wird, daß das Füllmaterial an der Wabenwandung genügend haftet und sich also an der Gewichtsübertragung tatsächlich beteiligt.

Andere Neuerungen schrecken vor einem Eingriff in die Form der Schwergewichtsmauer nicht zurück; dies führt zu den sogenannten aufgelösten Mauern. Bei ihnen verwendet man zur Erzielung eines Maximums an Baustoffersparnis hochwertige, daher sorgfältig auszuwählende und herzustellende Baustoffe (Eisenbeton). Hier ist in erster Linie die von Ambursen stammende, vielfach zur Anwendung gelangte Auflösung in einzelne Pfeiler (wirtschaftlicher Abstand etwa 6 m) zu nennen, mit dachförmiger Ausbildung der vollkommen ebenen Stauwand. Verschiedene wehrartige Ausführungsformen (Anordnung der Kraftzentrale im Innern, Hochwasserabführung durch Ueberströmen in einzelnen mit beweglichen Verschlüssen ausgestatteten Feldern, Anwendung auch bei nicht günstigem Untergrund durch Anordnung biegungsfester Eisenbetongrundplatten) wurden im Lichtbild gezeigt und erläutert. — Neben der Entwicklung der Ambursen-Form geht die weitere Ausbildung der im Grundriß gekrümmten Schwergewichtsmauer einher, durch welche Temperatur- und Schwindspannungen unschädlich gemacht werden; gleichzeitig überträgt ein derartiger flacher Boden auch einen Anteil der Wasserlast auf die widerlagernden Hänge und entlastet so den Talboden. Das genaue Durchdenken der statischen Wirkung dieses Eingewölbetyps führt zu absichtlicher Gewichtsverschwächung in den beiden Formen des „constant-radius-Typs" mit nach unten kleiner werdendem Centriwinkel, sowie des „constant-angle-Typs", dessen Querschnittsform von der Höhengestaltung des Tales abhängt und der in seiner statischen Wirkung etwas klarer zu erfassen ist als der erste Typus. Beide Formen wurden an ihren amerikanischen Urbildern vorgeführt. Trotz der leichteren Aufnahmemöglichkeit des Wasserdrucks bei der Eingewölbesperre, bleiben Temperatur- und Schwindspannungen doch ziemlich erheblich, namentlich wenn man die höhere Abbindetemperatur des Gußbetons berücksichtigt. Durch Eiseneinlagen kann hier Heranziehung größerer Mauerteile zur Aufnahme der Spannungen erreicht werden. In der Praxis wird allerdings oft gegen die theoretischen Erfordernisse verstoßen; es wird mit Temperaturdifferenzen gerechnet, die im Vergleich mit dem bisher üblichen sehr klein sind (im Winter kühlt die Mauer, namentlich auch wenn sie während der Bauzeit freisteht, erheblich aus); häufig werden sogar als erforderlich errechnete Eiseneinlagen aus wirtschaftlichen Gründen nicht verlegt. Daß dies bisher ohne Schaden geschehen konnte, weist darauf hin, daß hinsichtlich der Temperaturverteilung innerhalb großer Mauern und des Eindringens der Außentemperatur noch eine Erkenntnislücke klafft, die erst in letzter Zeit durch Einbau von Thermo-

[1]) Dem ist jedoch der jährliche Mehrgewinn an verkaufter Leistung infolge des gleichmäßigeren Wirkungsgrades bei Teilbelastung und Gefällsänderungen gegenüberzustellen.

Digitized by Google

metern und ihre laufende Beobachtung allmählich sich zu schließen beginnt.

Ambursens dachförmige aufgelöste Mauer und die Eingewölbesperre vereinigen sich in der neuesten Entwicklung zur aufgelösten Mehrgewölbemauer. (Schon um 1800 ist in Haiderabad (Indien) eine im Bild gezeigte Mauer mit einigen wenigen großen senkrechten Gewölben erbaut worden!) So entsteht der Gewölbereihendamm mit schrägliegenden Tonnen; mehrere Bilder, darunter solche der zur Zeit größten, im Bau befindlichen Tirsomauer[8]) (15 m Pfeilerabstand) wurden gezeigt, statistische Angaben über die Zunahme der Talsperrenbauten, und welchen Anteil die einzelnen aufgelösten Bauweisen daran haben, auch aus dem Auslande (Amerika, Schweden, Italien) mitgeteilt. Das Unglück an der Glenotalsperre[9]) wurde erwähnt und betont, daß sich gegen die aufgelöste Bauweise an sich hieraus keine Einwendungen ergeben können. Besonders ging der Vortragende auf die in letzter Zeit von berufener und unberufener Seite diskutierte Wirtschaftlichkeitsfrage: Mehrgewölbedamm oder Schwergewichtsmauer ein. Einer Massenersparnis von höchstens 50—70% stehen infolge der erforderlichen höheren Ansprüche an die Güte des Baustoffes, seiner schwierigeren Herstellung und Einbringung, der sorgfältigeren Bauausführung usw. in einem von Enzweiler in der „Deutschen Wasserwirtschaft 1924 Nr 2" durchgerechneten Beispiel (60 m hoch) bei Vergleich lediglich der Kosten der Betonherstellung und der Bindemittelkosten nur 1,2 bis 5% Mehrkosten der Massivmauer gegenüber. Unter günstigen Verhältnissen kann der Kostenunterschied auch größer ausfallen. Mit zunehmender Bauhöhe treten nämlich die Kostenersparnisse immer weiter zurück, so daß Mehrgewölbemauern im allgemeinen nur für Höhen zwischen 20 bis etwa 50 m in geeigneten Fällen im Wettbewerb mit Schwergewichtsmauern treten werden. Geringe Verbilligungen dürfte allerdings die Ausbildung einer Normalschalung für normalisierte Gewölbe und weitere Durchbildung von zur Temperaturaufnahme besonders geeigneten Konstruktionen bringen. Zusammenfassend betonte der Vortragende: Bei aller weiteren Entwicklungsfähigkeit der neuzeitlichen Bauweisen sind sie schon heute als technisch einwandfreie Fortschritte anzusehen. Im praktischen Falle wird daher die Auswahl zwischen den verschiedenen Bauweisen und Konstruktionsformen im wesentlichen nach wirtschaftlichen, auf vergleichende Kalkulation zu stützenden Erwägungen erfolgen können. Mögen die beteiligten Faktoren: Bauherrschaften, Ingenieure und Bauunternehmer und überwachende Behörden, durch vorurteilsfreie, dem Fortschritt sich nicht engherzig entgegenstemmende Haltung ihrer großen Aufgabe gerecht zu werden verstehen!

Bei der Beurteilung des Unglücksfalles der Glenotalsperre ist, wie Oberregierungs- und Baurat Mattern bemerkte, ein wichtiger Umstand bisher von keinem der Gutachter erwähnt worden: der Grundriß der Mauer bestand bekanntlich aus einem Bogen mit beiderseits anschließenden geraden Strecken; wenn auch die dort vorhandenen Gruppenpfeiler zwischen Bogen und Geraden stärker ausgebildet waren als die übrigen, so fehlten doch dem Bogen — die Mauer als Ganzes betrachtet — die eigentlichen Widerlager, die bei der Eingewölbesperre von den Talhängen gebildet werden. Tatsächlich ist auch der eine Gruppenpfeiler zerstört worden. Man solle also den Gewölbereihendamm nur geradlinig ausbilden[10]). Bei Talsperrenausführungen in aufgelöster Bauweise darf man in Europa, in kultivierter Gegend, nicht so stürmisch vorgehen wie in Amerika. Das Verantwortungsgefühl mahnt nicht nur bei der noch keineswegs abgeschlossenen Kenntnis der aufgelösten Mauern und ihres Verhaltens im Betriebe zur vorsichtigen Abschätzung des Sicherheitsgrades. Auch bei Vollmauern ist die Frage der richtigen Berücksichtigung des Unterdruckes und der Temperatureinflüsse sowie die Spannungsaufnahme durch den räumlichen Mauerkörper vielfach noch ungeklärt. Eine neuere Anlage, bei der die Gewölbewirkung im Verein mit der Schwergewichtswirkung berücksichtigt ist, ist die Aufhöhung der Nordhauser Sperre (Z. d. V. D. I. 1923).

(W. 104). Reg.-Bmstr. Eisner.

Die natürlichen Bedingungen der Donauversinkung und deren wirtschaftlicher Nutzung.[1])

Versinkende Gewässer, die nach mehr oder minder langem unterirdischem Laufe wieder zu Tage treten, sind keine ungewöhnliche Erscheinung — im Kalkgebirge können sie an vielen Stellen beobachtet werden.

Ein besonderes Interesse hat von alters her die Versinkung der sogenannten Schwarzwald-Donau beansprucht, weil hier sehr bedeutende Wassermengen im Gebirge verschwinden, die erst 172 m tiefer und zwar im Stromgebiete des Rheins in einer gewaltigen Quelle, dem „Aachtopf" wieder hervorkommen.

Schon vor über 200 Jahren wird diese Erscheinung im Buche Breuningers „Fons Danubii primus et naturalis" erörtert, und seitdem haben, besonders in den letzten Jahrzehnten, Volkswirte und Juristen, Techniker und Naturwissenschaftler sich zu dieser Frage geäußert, in den Parlamenten Badens und Württembergs ist heftig über die Folgen dieser Naturerscheinung in ihrer rechtlichen und volkswirtschaftlichen Auswirkung verhandelt worden.

Verschiedene Vorschläge zur Behebung der durch die Donauversinkung hervorgerufenen Uebelstände, sowie zur Ausnützung der Kraft des versinkenden Wassers sind gemacht und in der Presse, auch in diesen Blättern, erörtert worden.

Nun hat die Literatur über diese Frage eine neue wertvolle Bereicherung erfahren, die besonders für den Techniker und Wasserwirtschaftler von größtem Interesse ist: der Privatdozent der Geologie an der Universität Freiburg i. Br., Dr. Jul. Wilser hat ein Büchlein unter dem am Kopf dieser Zeilen stehenden Titel herausgegeben[2]), in dem er in einer eingehenden wissenschaftlich-objektiven Darstellung der natürlichen Verhältnisse die verschiedenen Vorschläge zur Lösung der Donauversinkungsfrage vom Standpunkt des technisch geschulten Geologen ausführlich bespricht.

Einleitend schildert der Verfasser kurz die bekannten Erscheinungen des Versinkens des Donauwassers am Brühl u. a. O. und führt die Versuche von Knop und ten Brink an, die den Zusammenhang der Donau mit der Aachquelle einwandfrei bewiesen haben, um dann auf die Beschreibung der geologischen Struktur des Donau-Aach-Gebietes überzugehen.

Die Schichtenfolge ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Das ganze Gebirge fällt sachte nach Südosten ab; die Juraplatte zwischen Donau und Hegau weist vielfache und mannigfaltige Störungen auf: erstens sind die verschiedenen Vulkane zu nennen (von denen die größeren meist schon im eigentlichen Hegau liegen), dann die Verwerfungen und Flexuren, von denen vor allen Dingen zwei zu berücksichtigen sind, und zwar die Immendinger Flexur mit dem Gegenflügel im Einödtal bei Hattingen, durch welche die Hauptversinkungen bei Immendingen und am Brühl mit bestimmt sind, und die über Engen-Aach-Stockach verlaufende flache, aber weit ausholende Abbiegung, die den „Hegaukessel" von der Jurahochfläche der badischen Alb abgesenkt hat.

Aus der Brigach und Breg finden Versinkungen im Muschelkalk statt, die zum Teil im Grundwasser der Donauaue wieder auftreten, zum Teil wohl auch zur

[8]) Vgl. unsere Zeitschr. 1924, H. 9, S. 113; auch H. 11, S. 189.

[9]) Vgl. unsere Zeitschr. 1924, H. 4, S. 36 und 44.

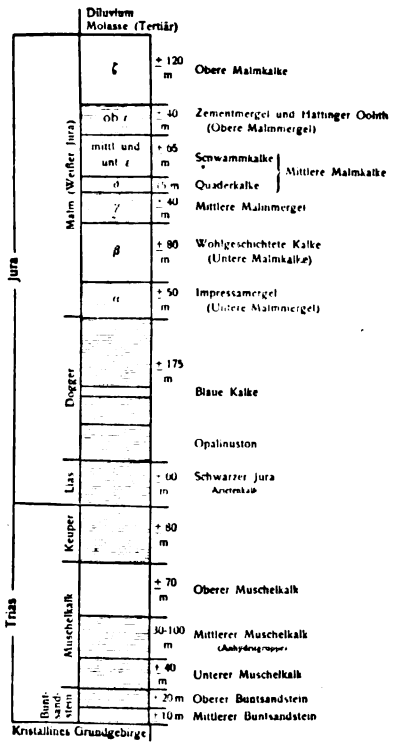
[1]) Vgl. dazu die Ausführungen in dieser Zeitschrift 1919, Heft 13/14, S. 111/123; 1922, Heft 9, S. 75 und Heft 22, S. 411, 1923, Heft 14, S. 193 und Heft 19/20 S. 263. (D. Schriftleitung).

[10]) Vgl. Zentralbl. d. Bauv. 1924, H. 21, S. 171.

[2]) Verlag Th. Fisher, Freiburg i. Br. 1924.

Digitized by Google

Gauchach und Wutach einerseits, zum Neckar andererseits abziehen.



Alle Mächtigen in der Tabelle sind durchschnittliche, ±. Die Malmgliederung ist eine petrographische; α–ζ bedeuten also nicht geologische Altershorizonte, sondern Gesteinsarten. Schwammkalke können in allen Malmstufen auftreten, sie herrschen im unteren und mittleren ε vor. Die weiß gehaltenen Schichten sind klüftig, lassen also Wasser durchsickern, die schraffierten hingegen sind kompakt, wasserundurchlässig.

Südlich Pfohren queren klüftige Schwarzkalkbänke des unteren Schwarzen Jura die Donau; hier könnten Wasserverluste auftreten, sind jedoch bisher nicht nachgewiesen. Möglicherweise liegen westlich Geisingen in einigen dünnen Kalkbänken des braunen Jura einige Schlucklöcher, die aber nicht von Bedeutung sein können, da diese Kalke von undurchlässigen Mergeln unter- und überlagert sind.

Bei Immendingen treten infolge des Schichtfallens und der Flexur Hagenbühl–Berlingerhau äußerst durchlässige Weißjurakalke an die Donau heran, die bis nach Sigmaringen hinunter anhalten. Mit ihrem Beginn versinkt sofort Wasser in großem Maße, so daß manche Schlucklöcher zu Sehenswürdigkeiten geworden sind, wie im Immendinger Wehrteich, am Brühl, am Hattinger Weg und bei Fridingen.

Es sind aber nicht nur diese bekannten Stellen, an denen Wasser versinkt, sondern dieses ist wohl im ganzen Flußbett, ja in der ganzen Talaue der Fall, die durchweg als wasserdurchlässig, als Leck zu bezeichnen ist.

Im Donautal sind mehrere Wasserströme zu unterscheiden: zuerst der oberirdische Wasserlauf und ein ihm im ganzen parallel verlaufender Grundwasserstrom; diese zwei Ströme stehen miteinander in Verbindung und fließen an geeigneten Stellen, wie an durchlässigen Kieszungen ineinander über, so daß der oberirdisch meßbare Wasserstrom in seinem Verlauf abwechselnd zu- und abnimmt, was durch die neuesten (dem Verfasser nicht zugänglich gewesenen Messungen) bestätigt wird. Außer diesen sozusagen normalen Wasserströmen wird die Donau noch von einem in tieferen Schichten von N nach S verlaufenden Grundwasserstrom gekreuzt, mit dem wiederum das versinkende Wasser in Verbindung steht, der sonst aber von der Donauwasserführung unabhängig ist.

Die vom Verfasser genannten Wassermengenangaben, die zum größten Teil älteren amtlichen Veröffentlichungen entnommen sind, können — wie auch der Verfasser betont — keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben, da sie nur auf wenigen, dazu mangelhaften Messungen beruhen — neuere Beobachtungen, die leider auch nicht einwandfrei sind, haben gezeigt, daß die Zahlen durchweg zu niedrig sind; den Zusammenhang zwischen der Wassermenge der Donau und der Versinkung zahlenmäßig genau festzulegen, ist bisher nicht gelungen — es wird wohl noch vieljähriger, sorgfältiger Messungen bedürfen, um hierüber völlige Klarheit zu schaffen. Immerhin gibt das vorhandene Material genügend Handhaben zu einer praktischen, technisch wirtschaftlichen Behandlung der Angelegenheit.

Weiter bespricht der Verfasser die Möglichkeit der Höhlenbildung im untersuchten Gebiet und kommt zu dem Ergebnis, daß Höhlen nur in bestimmten Gesteinslagen und Gebieten vorkommen dürften.

Sehr wichtig ist die Feststellung, daß nicht nur Flußwasser versinkt, sondern daß auch die Entwässerung der Baar zum Teil und der Donau-Malmhochfläche (der Alb) in der Hauptsache unterirdisch vor sich geht.

Es ist in neuerer Zeit vielfach behauptet worden, die Donauversinkung habe in den letzten Jahrzehnten zugenommen — der Verfasser weist eingehend die Haltlosigkeit dieser Behauptungen nach, was ja auch durch die einfache Ueberlegung bestätigt wird, daß stetige geologische Prozesse sich nicht in wenigen Jahren merkbar ändern.

Zusammenfassend sagt Dr. Wilser:

„Aus der gesamten Betrachtung der Naturverhältnisse ergibt sich, daß Donauflußwasser infolge der Beschaffenheit des Untergrundes einen unterirdischen Lauf einschlägt. Diesem Wasser gesellt sich zu Grundwasser eines weiten, vornehmlich in der badisch-württembergischen Alb liegenden Einzugsgebietes.

Die Verbindung Donau—Ach ist ein natürlicher Wasserlauf, der mit dem Grundwasser des Gebietes in Verbindung steht wie ein oberirdischer Flußlauf."

Der nächste Abschnitt ist einer eingehenden Beschreibung des Aachtopfes gewidmet und einer Erörterung der geologischen Vorbedingungen für den Austritt des Wassers gerade an dieser Stelle: es ist dies vor allem das Zusammentreffen dreier tektonischer Störungszonen, die vom Brühl, von Tuttlingen und von Fridingen hierher ziehen, worauf auch schon früher hingewiesen wurde.

Der Zusammenhang mit den Versinkungen am Immendinger Wehr, am Brühl, am Hattinger Weg und bei Fridingen ist nachgewiesen und allgemein bekannt. Der Aachtopf wird aber, wie seine Schüttungsverhältnisse zeigen und sich aus dem geologischen Bau der Gegend ergibt, nicht nur aus diesen großen Löchern gespeist, sondern noch aus vielen andern Stellen des lecken Donaubettes. Außerdem senden Wasser zum Aachtopf die Höhen und Täler in der Nachbarschaft der Donau, die auf durchlässigen, zum Hegau abfallenden und entwässernden Gesteinen liegen. Die große Zahl von Trockentälern ist ein sprechender Beweis. Vor allem kommen in Frage der Möhringer Berg und seine Nachbarn von Geisingen bis Fridingen nördlich der Donau und auf der gleichen Länge die Höhen südlich zwischen Donau und Ach, was ein Einzugsgebiet von annähernd 300 qkm ergibt.

Die weiteren, interessanten, zum Teil neue Gesichtspunkte eröffnenden Untersuchungen des Verfassers über die Natur der Aachquelle und den Zusammenhang Donau—Aach sollen hier nicht weiter angeführt werden, sondern mögen im Original nachgelesen werden.

Zum Schlusse des rein naturwissenschaftlichen Teils seiner Abhandlung bespricht Dr. Wilser das Alter der

Digitized by Google

Donauversinkung und kommt hierbei zum Resultat, daß Wasser aus der Donau versinkt, seit diese auf den durchlässigen Kalken fließt und hoch über dem Bodensee-Rheingebiet liegt. — Der Aachtopf selbst ist seit der jüngeren Eiszeit entstanden.

Der zweite Teil der Schrift behandelt die Projekte (s. Abb. 1 und 2[3]) zur Ausnutzung des Gefälles des Versinkwassers. Hier wird zuerst der Vorschlag erörtert, im Quellgebiet der Donau Talsperren zu errichten und das hierdurch gespeicherte Wasser zur Aufhöhung der Niederwassermengen der Donau zu verwenden bei gleichzeitiger Ueberleitung dieses Wassers über die Versinkstellen. Der Verfasser verhält sich diesem Vorschlage gegenüber skeptisch, bei Anerkennung der Möglichkeit, solche Becken an verschiedenen Stellen des Breg- und Brigachgebietes zu errichten. Er betont, daß am Unterlauf dieser Flüsse bei Donaueschingen nicht unbeträchtliche Wasserverluste stattfinden und daß es ferner sehr wahrscheinlich ist, daß die verhältnismäßig geringe Vermehrung des Niederwasser (800—1000 l/sec.) von dem Donaugrundwasserstrom und den großen Mooren bei Donaueschingen zurückgehalten wird. Diese Befürchtungen erscheinen sehr beachtenswert. Nach Fertigstellung der Talsperre bei Vöhrenbach könnten Beobachtungen hierüber angestellt werden.

Erwähnt wird noch das Umleitungsprojekt von Prof. Endriß, das eine Ueberleitung des Donauwassers über die Immendinger bis Möhringer Versinkungen und eine künstliche Wiederversenkung desselben bei Fridingen vorsieht. Dieses Projekt steht wohl nicht mehr zur Diskussion.

Ferner werden angeführt das sogenannte „Konstanzer Stollenprojekt" und Projekte von Gugenhan und Gelpke.

Ausführlich wird der seinerzeit in diesen Blättern[4]) veröffentlichte Entwurf von Baader-Ulm besprochen, dessen Anordnung hier wohl als bekannt vorausgesetzt werden darf.

Dieses Projekt, dem das Verdienst zukommt, als erstes die Frage der Kraftausnutzung des Donau-Aachwassers

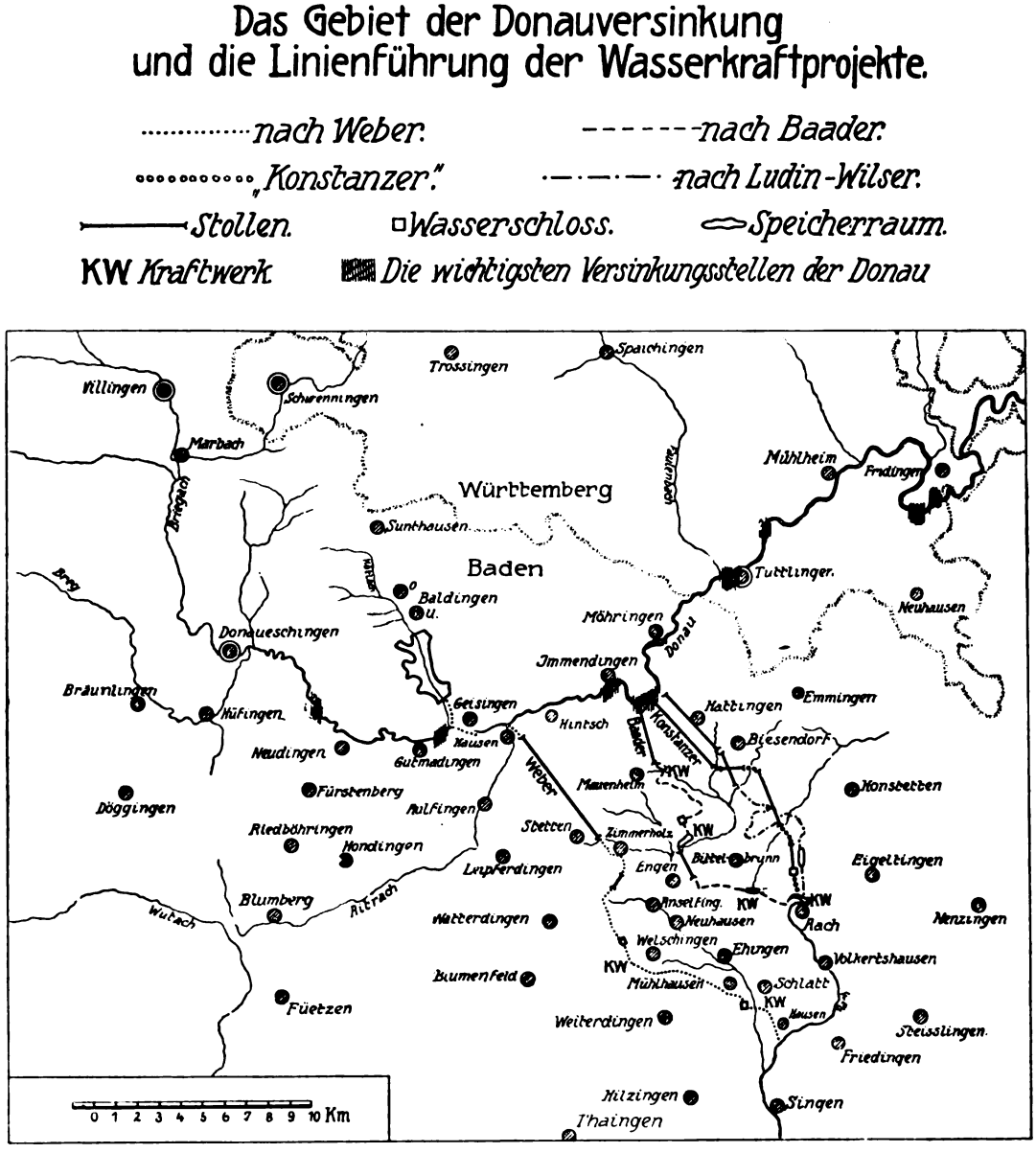


Abb. 1. Projekte über die Donauversickerung.

[3]) Die Klischees sind freundlicherweise von Th. Fisher Verlag Freiburg i. Br. zur Verfügung gestellt, wofür auch hier gedankt sei.

[4]) Die Wasserkraft 1919 Heft 13, S. 111.

Digitized by Google

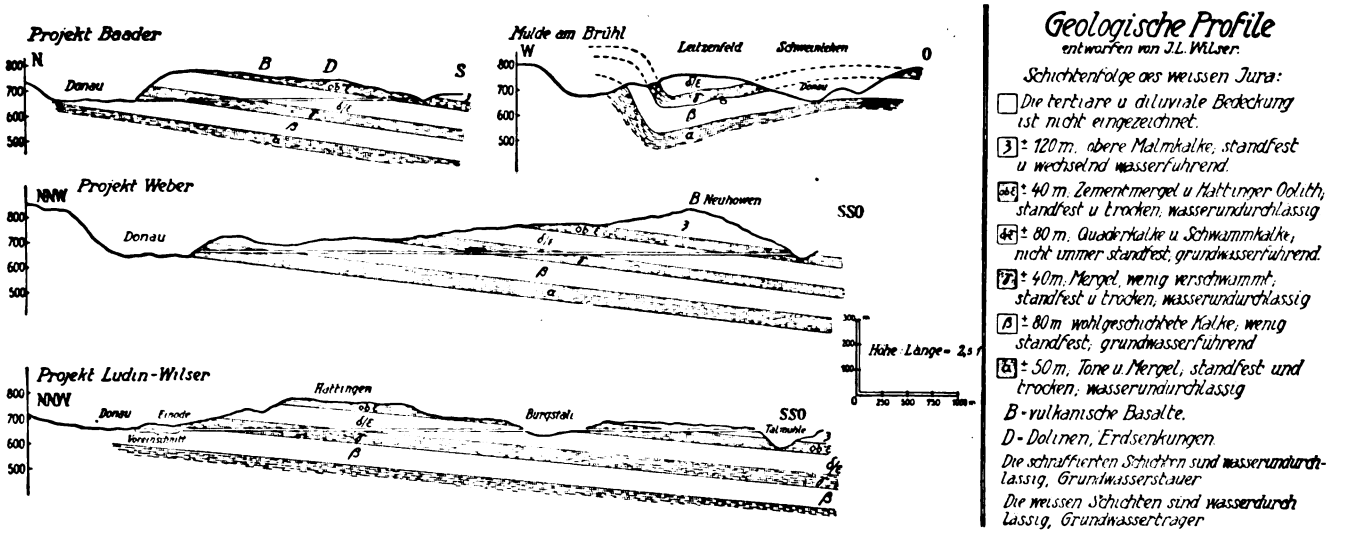


Abb. 2. Querprofile.

in den Mittelpunkt der Erörterungen gerückt zu haben, ist wegen der ungenügenden Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse so ungünstig trassiert, daß seine Ausführungsmöglichkeit zum mindesten stark zweifelhaft ist. Der Stollen von 2875 m Länge durchfährt den am stärksten zerrütteten Teil des Gebirges, nämlich die Brühlmulde, ein Gebiet, auf das außer den bekannten Flexuren noch einige Vulkane ihre Wirkung ausgeübt haben, und das bezeichnender Weise mehrere Erdsenkungen aufweist.

Die vorgesehenen Speicherbecken liegen fast ausnahmslos in Trockentälern, wo das Wasser ohne große, sehr kostspielige Vorrichtungen wohl restlos versinken würde, wie man schon jetzt im Tal bei Mauenheim beobachten kann, wo ein kleiner Bach an der Beckenstelle im Talgrunde versickert.

An andern Orten angestellte Untersuchungen haben überdies die Unwirtschaftlichkeit des mehrstufigen Ausbaus, bei welchem zudem noch eine sehr geringe Wassermenge ausgenützt werden soll, dargetan.

Es mag noch bemerkt werden, daß Baader die zweite Seite der Donauversinkungsfrage, d. i. die Ueberleitung des Wassers über die Versinkstellen, zur Behebung der Trockenlegung der Donau nicht berücksichtigt.

Ein zweites Projekt, das von Dr. Wilser ausführlich behandelt wird, hat den Bergingenieur Weber-Gießen zum Verfasser. Dieses Projekt, das den Behörden und einem größeren Teil von Interessenten durch eingehende handschriftliche Gutachten bekannt ist, wird hier zum erstenmal veröffentlicht. Das Kennzeichnende für diesen sehr großzügigen Entwurf ist der Vorschlag eines Staubeckens von 30—40 Millionen cbm im Köthachtale bei Geisingen. Dieses Becken liegt aber höher als die Donau, so daß das Wasser hineingepumpt werden müßte, wobei natürlich bedeutende Energieverluste nicht zu vermeiden wären. Immerhin dürfte dies die einzige Möglichkeit eines Großspeichers im Donaugebiet sein. Das Material für die erforderlichen Dämme ist reichlich vorhanden und die Dichtigkeit des Beckens unzweifelhaft; allerdings besteht die mehrere qkm große Beckenfläche durchweg aus hochwertigem Kulturland.

Von Geisingen bis Hausen a. D. soll das Wasser im regulierten Donaubett fließen; von hier zweigt ein 5,7 km langer Stollen ab, der in der Hauptsache dem Zuge des Kitteltales folgend am Neuhöwen vorbei nach dem Tälchen OSO von Stetten führt.

Weiterhin Werkkanal, kurze Einschnitte und Stollen westlich Zimmerholz vorbei über Aspenhof, Jägertal, am Osthang des Hohenhöwen zum Wasserschloß im Härdle auf Isohypse 660. Druckrohrleitung zum Hauptkraftwerk I Welschingen an der Landstraße Welschingen-Thaingen, 170 m Gefälle, 11—12 cbm/sec. Nutzwasser, 18 000 PS. Von da Werkkanal Isohypse 490 am Philippsberg und Mägdeberg zum Nordhang des Hohenkrähen, in der Nähe der Bahnstation Hohenkrähen, 50 m Gefälle mit 5500 PS. Einleiten des Unterwasserkanales in die Aach bei Hausen a. d. A. und Ausbau einer kleinen Nebenstufe von 500 PS vor der Einmündung in den Bodensee.

Insgesamt Ausbau von drei Kraftstufen mit 224 m Gefälle und 24 000 PS, wovon 2000 PS für die Pumparbeit am Speicher im Köthachtal an der Donau benötigt werden, und etwa 1500 PS zur Ablösung der Aachwerke oberhalb Hausen a. d. A. Gesamtlänge der Trasse 24,2 km.

Wie bei dem Baader'schen Projekt, so auch hier, ist der Stollen derjenige Teil der Anlage, dessen Ausführungsmöglichkeit unsicher ist.

Das Gebirge an der gewählten Trace ist durch Vulkane stark zerrüttet. Ein zweiter Gefahrpunkt besteht darin, daß mehrere Wasserhorizonte durchschnitten werden, die sehr ergiebig sind, wie im Kitteltale austretende starke Quellen beweisen.

Wegen der schlechten Gesteinsbeschaffenheit und des zu erwartenden sehr starken Wasserandranges werden die Kosten des Stollens wohl so hoch werden, daß eine Wirtschaftlichkeit des Entwurfs stark in Frage gestellt wird.

Die anderen bei der gewählten Linienführung auftretenden Schwierigkeiten, wie rutschige Hänge und drgl. fallen weniger ins Gewicht.

Ebenso wie Baader behandelt Weber auch nur die Frage der Kraftgewinnung, wobei er bis zu einem Ausbau von über 10 cbm/sec. geht, den er das ganze Jahr hindurch voll ausnützen will. Damit wird die Trockenstrecke der Donau, die jetzt vom Brühl bis Möhringen reicht, während eines großen Teils des Jahres stromaufwärts bis Hausen ausgedehnt.

Endlich wird ein Projekt beschrieben, das in geologischer Beziehung vom Verfasser, Dr. Wilser, und in technischer und wirtschaftlicher vom Ingenieurbüro Ludin in Karlsruhe bearbeitet worden ist. Dieses Projekt, das in seiner ursprünglichen Form (es ist mittlerweile ausgearbeitet und erweitert worden) seinerzeit auf der elektrowirtschaftlichen Ausstellung in Freiburg zu sehen war, ist bisher noch nicht veröffentlicht worden, wohl aber in letzter Zeit den badischen und württembergischen Behörden handschriftlich vorgelegt worden.

In doppelter Hinsicht unterscheidet sich dieses Projekt grundsätzlich von allen andern; erstens ist bei ihm den geologischen Vorbedingungen voll Rechnung getragen und eine Linienführung gewählt worden, die die Sicherheit der Bauausführung zu normalen Bedingungen gewährleistet, und zweitens ist der Entwurf, soweit es die vorhandenen Messungen gestatten, wasserwirtschaftlich genau durchge-

Digitized by Google

arbeitet unter Berücksichtigung des Bedarfs nicht nur des Kraftwerkes, sondern auch der Donauanlieger.

Es ist eine künstliche Verteilung des Wassers auf das Kraftwerk und weiterhin die Aach einerseits, auf die Donau anderseits vorgesehen, durch welche die Wasserführung nach Möglichkeit weitgehend unabhängig von der natürlichen Versinkung gestattet wird. Ein Bild von der Gestaltung des Wasserhaushalts des Kraftwerkes sowie an Donau und Aach geben die vier hier wiedergegebenen Dauerlinien (Abb. 3—6).

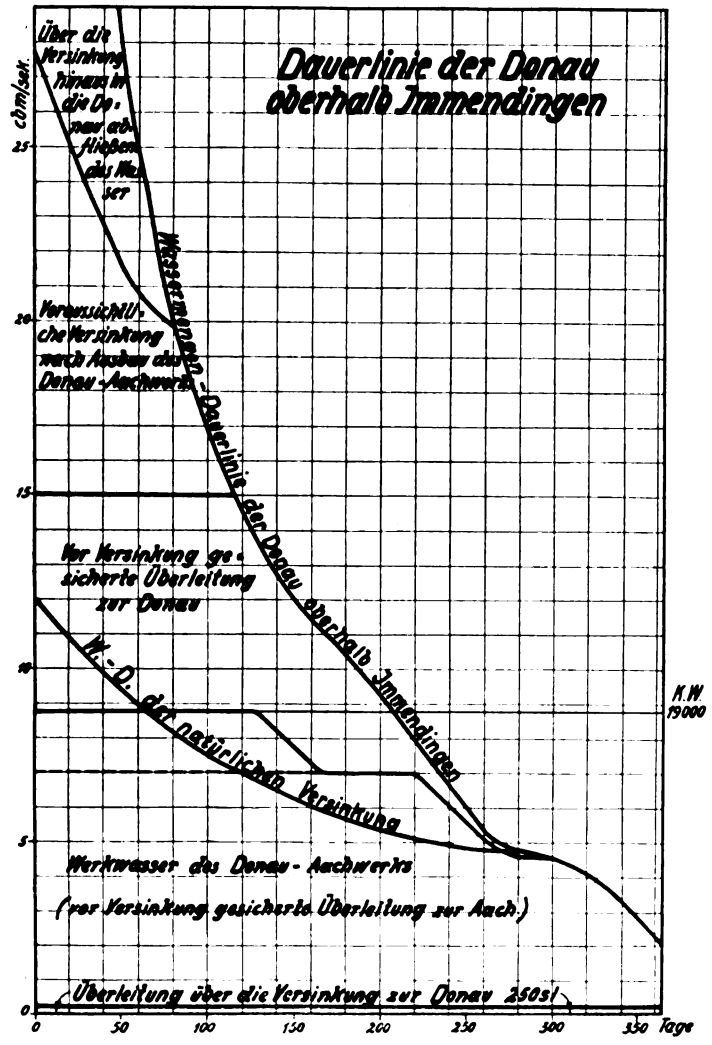


Abb. 3.

Oberhalb des Immendinger Wehrteiches und oberhalb der bekannten Versinkungsstellen wird ein neues Donauwehr erbaut, Stauziel 657 + NN. Von diesem Wehr führt eine Leitung um die Immendinger Versinkung und den Brühl herum bis zur Einmündung des Einödtales. Diese Umleitung ist vorläufig auf der Südseite unmittelbar am Brühl zwischen dem Donaubett und der dort steil ansteigenden Bergwand vorgesehen. Es soll jedoch späterer Prüfung vorbehalten bleiben, ob die Trassierung längs der Immendinger—Sigmaringer Bahnlinie durch Schaffung einer neuen dichten Mittelwasserrinne nicht wirtschaftlicher ist.

Die gesamte Länge bis zur Einmündung des Einödtales ist 3300 m. Diese Umleitung soll für eine Höchstwassermenge von 15 cbm/sec. bemessen werden; die erste Strecke von 400 m, die am Steilhang liegt, Straße und Eisenbahn unterfahren muß, ist als rechteckiger Eisenbetonkanal von 10 qm Nutzquerschnitt gedacht. Es schließt ein offener Erdkanal von 1500 m Länge mit einem Nutzquerschnitt von ebenfalls 10 qm an. Sohle und Böschung des Kanals sind mit Betonplatten zu dichten. Am Brühl führt wieder ein Eisenbetonkanal von 10 qm Querschnitt und einer Länge von 1400 m längs dem Steilhang bis zur Einmündung des Einödtales; an dieser Kanalstrecke soll das Donaubett etwas verbreitert, bzw. um einige Meter nach Norden verlegt werden, um Hochwasserangriffe auf die Leitung zu verhüten.

Vor der Einmündung des Einödtales ist ein Verteilungsbauwerk angeordnet, welches das bis zu 15 cbm/sec. um-

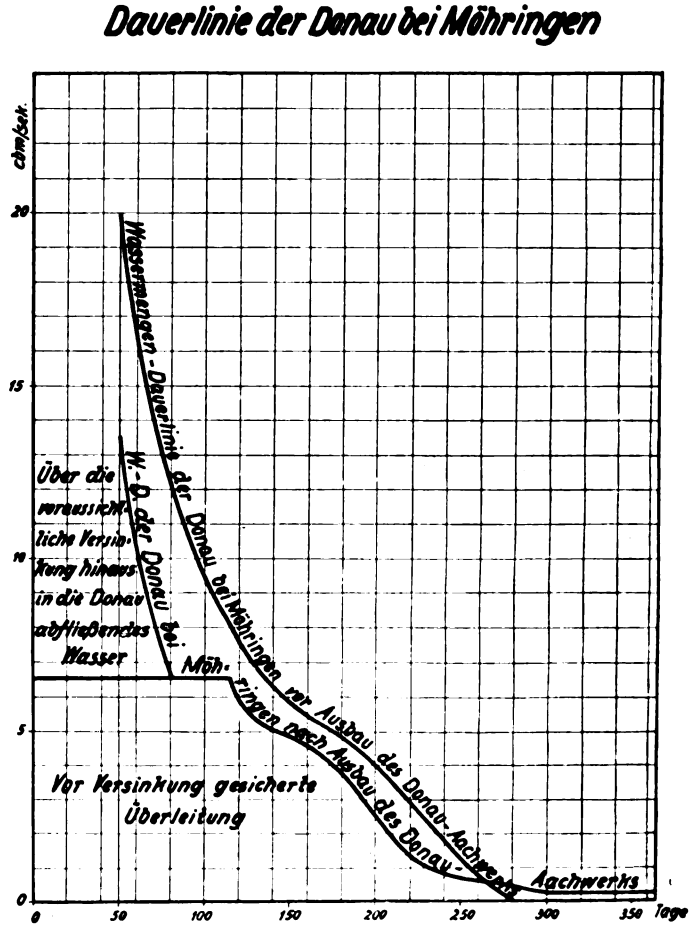


Abb. 4.

geleitete Donauwasser derart verteilt, daß zunächst dauernd eine Mindestwassermenge von 250 l/sec. an die Donau abgegeben wird. Im Uebrigen wird eine Höchstwassermenge dem Donau—Ach-Kraftwerk bis zu 8,5 cbm/sec., und eine weitere bis zu 6,25 cbm/sec. dem Donaulauf zugeführt. Das Prinzip der Wasserverteilung zwischen Donau und Donau—Aach-Werk geht aus Abb. 4 klar hervor.

Vom Verteilungsbauwerk ab wird das für das Donau—Aach-Werk bestimmte Wasser in den hier beginnenden eigentlichen Werkkanal geleitet, der für eine Höchstwassermenge von 8,5 cbm/sec. bemessen ist. Die der Donau wieder zuzuführende Höchstwassermenge von 6,5 cbm/sec. wird vom Verteilungsbauwerk ab in einem Eisenbetonkanal von F_n = 6,0 qm und einer Länge von 350 m über die Hattinger-Weg-Löcher weggeführt und unterhalb dieser an die Donau abgegeben bzw. u. U. auch noch bis zur Einmündung des Krähenbaches bei Möhringen gegen Versinkung in den Donaugrundwasserstrom in dichtem Gerinne geführt.

Die Wasserleitung zum Donau-Aach-Werk führt zunächst noch in einer Länge von 500 m als geschlossener Eisenbetonkanal von 6,5 qm Nutzquerschnitt in das Einödtal hinein. Hier beginnt ein Stollen von F_n = 6,6 qm, welcher

Digitized by Google

die Hattingerhöhe in einer Länge von 3250 m unterfährt, um im Bierteltal bei Burgstall auszumünden. Da der Stollen fast 1½ km ähnliche geologische Verhältnisse antrifft, wie der Stollen des Fridinger Kraftwerkes, der übrige Teil keine besonderen Schwierigkeiten erwarten läßt, wird eine einfache Betonauskleidung wohl auf die ganze Länge genügen.

An den Stollen schließt eine kurze geschlossene Eisenbetonkanalstrecke von 350 m Länge an, wonach der Hardt

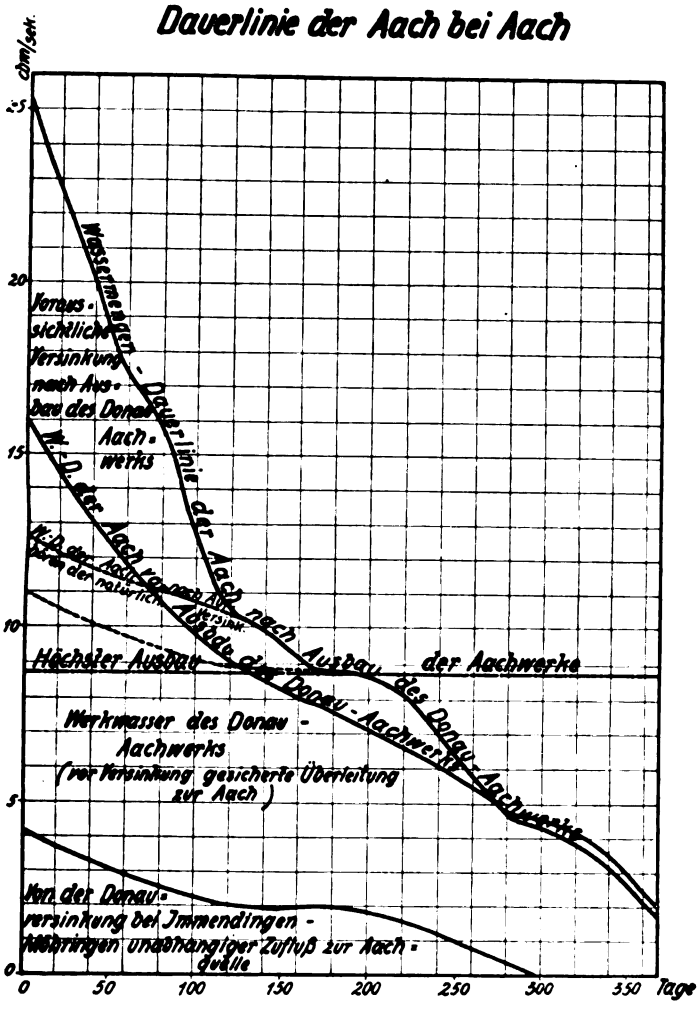


Abbildung 5.

mit einem weiteren Stollen von 1750 m Länge unterfahren wird.

Das Kriegertal wird durch einen eisernen Düker von 2 × 1400 mm mittleren Durchmesser und 800 m Länge bei einer Sprunghöhe von 70 m überquert. Am tiefsten Punkt des Dükers ist eine Entleerung vorgesehen.

Ueber das Plateau von Bittelbrunn kann die Leitung als offener Kanal mit Betonplattendichtung ausgeführt werden mit einem Nutzquerschnitt von 6,6 qm und einer Länge von 3800 m.

Vom Steilhang des Wasserburger Tals bis zum Mitteldornsberger Plateau ist ein Eisenbetonkanal bzw. eine Rohrstrecke von insgesamt 2000 m Länge vorgesehen. Die Ueberquerung des Wasserburger Tals selbst geschieht durch einen eisernen Düker bei einer Sprunghöhe von 100 m mit einem Durchmesser der Doppelrohrleitung von im Mittel 2 × 1400 mm.

Am Ende dieser Rohrleitung ist das Einlaufbauwerk zu dem auf dem Mitteldornsberger Plateau vorgesehenen Tagesbecken angeordnet. Hier sind Schützen vorgesehen, die einen Abschluß der Rohrleitung gegen das Becken ermöglichen, hier ist auch der nach dem Wasserburger Tal entwässernde Entlastungsüberlauf angeordnet.

Das Becken bei Mitteldornsberg ist als Hangbecken gedacht mit einseitigem Abschluß durch einen Erddamm. Die größte Wassertiefe beträgt 5 m. Der Stauspiegel ist bei dieser Anordnung auf 645 + NN vorgesehen. Der Nutzinhalt des Beckens beträgt hierbei rd. 400 000 cbm. Die genaue Lage des Beckens ist endgültig mit dem Geologen zusammen festzulegen, nach erfolgter Geländevermessung. Die bis jetzt vorgenommenen Untersuchungen haben jedenfalls ergeben, daß grundsätzlich die Anordnung eines Beckens bei Mitteldornsberg als an der einzigen in Betracht kommenden Stelle möglich ist. Die große Bedeutung, die dem Becken für das Donau-Aach-Werk zukommt, dadurch, daß es die gesamte Jahreserzeugung als höchstens 12stündige Tagkraft abzugeben gestattet, weist darauf hin, daß man beim Bau des Beckens hinsichtlich des zulässigen Bauaufwandes nicht zu ängstlich zu sein braucht — vorläufig ist eine durchgehende Dichtung des Beckens mit Lehmschlag vorgesehen. An der Südspitze des Beckens zweigt die eiserne Falldruckrohrleitung ab. Hier sind in einem Entnahmebauwerk Schieber, Schützen und Rohrbruchventile vorgesehen. Die Falldruckrohrleitung hat eine Länge von 1800 m und soll in zwei Rohren von einem mittleren Durchmesser von 2200 mm ausgeführt werden, entsprechend einer Höchstwassermenge von 17,0 cbm/sec. Die Verlegung der Rohrleitung kann nach erfolgten geologischen Vorarbeiten an einwandfreier Stelle erfolgen.

Das Krafthaus wird im Tal zwischen der Stadt Aach und dem Eggen in möglichster Nähe des Aachtopfes errichtet. Der Unterwasserkanal mündet beim Aachtopf ein. Der Spiegel des Unterwasserkanals liegt auf 483 + NN.

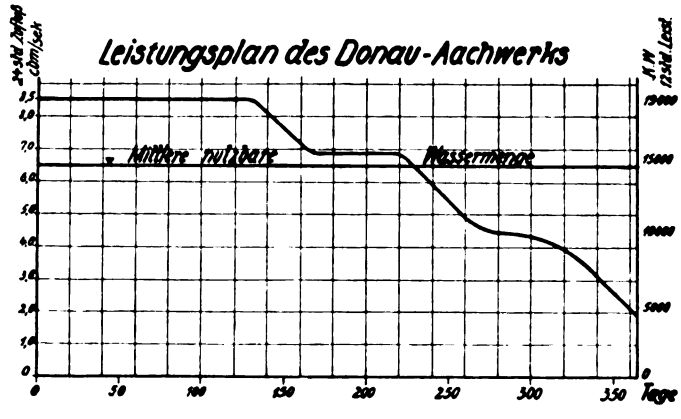


Abbildung 6.

Im Krafthaus sollen Maschinen für eine Gesamtleistung von 19 000 kW aufgestellt werden, wobei voraussichtlich drei Aggregate zur Verwendung kommen werden. Einzelheiten können erst festgelegt werden, wenn die Betriebsweise des Werkes und die Verwendung der Kraft bekannt sind.

Die Stollen dieses Entwurfs verlaufen abseits der Störungszone in einem Gebirge, das kaum größere Schwierigkeiten verursachen wird, als sie zurzeit beim Bau des Fridinger Kraftwerks angetroffen wurden. Mit Wasserandrang ist auch hier zu rechnen, aber nur in geringem Maße bei guter Entwässerungsmöglichkeit.

Gewisse Schwierigkeiten werden bei der Gründung der Düker an den Südhängen des Krieger- und Wasserburger Tales zu überwinden sein, da die Schichten hier zu Tal fallen.

Die für das Becken auf dem Dornsberger Plateau gewählte Stelle ist die einzige, welche im ganzen Gebiet zwischen Donau und Aach Erfolg verspricht.

Zu den geologischen Profilen (Abb. 2 bemerkt Dr. Wilser zusammenfassend:

Digitized by Google

„Die Querschnitte sollen, ohne Einzelheiten zu zeigen, eine Uebersicht über die natürlichen geologischen Vorbedingungen der verschiedenen Stollen geben. Im Kleinen mögen im Gebirge untergeordnete Unregelmäßigkeiten sowohl in der Lagerung als auch der Gesteinsausbildung (besonders bezgl. der Verschwammung) auftreten, die aber erst die eingehende örtliche Sonderuntersuchungen nachzuweisen imstande sein wird. Zu diesen metrisch-petrographisch genauen Feststellungen ist immer noch Zeit, wenn der Bauplan näher vorbereitet wird.

Zum Baader'schen Projekt: Die beiden Profile stehen senkrecht zueinander. Der 2,875 km lange Stollen zieht ziemlich durch die Mitte der N—S streichenden Brühlmulde, die sehr zerrüttet ist und alle Wasser an sich reißt. (Die Immendinger-Brühl-Versickerungen fließen in diese Mulde). Außerdem ist der Stollen gefährdet, weil das Gebiet von zahlreichen vulkanischen Durchbrüchen (B) und Erdsenkungen (D) durchsetzt ist.

Zum Weber'schen Projekt: Der 5,7 km lange Stollen durchschneidet alle Weißjuraschichten, damit zwei mächtige, evtl. unter Druck stehende Wasserhorizonte. In der Nähe des vulkanischen Durchbruches bei Neuhöwen (B) ist das Gebirge stark zerrüttet zu erwarten und die Schichten fallen möglicherweise etwas steiler gegen das Stetten-Zimmerholzer Tal als in der Zeichnung.

Zum Projekt Ludin-Wilser: Das gewählte Gebiet ist so gut wie ungestört und die Stollen (3,250 und 1,75 km) verlaufen möglichst lang in trockenen und standfesten Mergeln bzw. voraussichtlich günstigen Kalken. Die Wasserhorizonte sind leichter unschädlich zu machen."

Wie aus diesen kurzen Angaben ersichtlich, ist die Arbeit von Dr. Wilser in vieler Beziehung interessant und wertvoll — erstens gibt er die geologischen Unterlagen zur Schaffung einer sehr bedeutenden Wasserkraftanlage (über 60 Mill. kWSt. Tagkraft jährlich bei nahezu konstanter Leistung), deren Verwirklichung den langjährigen Streit über das versinkende Donauwasser zwischen Baden und Württemberg beenden würde.

Aber auch für solche, die dieser Spezialfrage ferner stehen, ist die Schrift von Bedeutung als Musterbeispiel der Behandlung großer Wasserkraftprojekte durch einen technisch gebildeten Geologen, in Zusammenarbeit mit dem Ingenieur.

Es ist zu wünschen, daß dieses Büchlein eine weite Verbreitung findet und daß auch andere Geologen ihre Untersuchungen über die geologischen Grundlagen technischer Probleme in ebenso klarer und anschaulicher Weise veröffentlichen, damit die Erkenntnis der Notwendigkeit geologischer Voruntersuchungen für technische Projekte endlich durchdringt. (W. 67.)

v. Gruenewaldt, Karlsruhe i. B.

Höchstdurchfluß deutscher Flüsse. Nachtrag.

Von Privatdozent Dr. Armin Schoklitsch, Zivilingenieur in Graz.

Im Heft 3 vom 5. Februar 1924 habe ich die Zusammenstellung der Höchstdurchflüsse einer Reihe deutscher Flüsse und die ihnen entsprechenden α in Kresniks Formel für den Höchstabfluß mitgeteilt. Das Amt für Gewässerkunde in Stuttgart machte mich auf zwei Druckfehler in meinen Quellen aufmerksam, die ich hiermit richtigstelle:

Nr. 151: Neckar bei Plochingen, $q = 0{,}410$ m³/Sek. 1 km², daher $\alpha = 0{,}82$;

Nr. 188: Iller bei Ulm $F = 2193$ km², daher $\alpha = 0{,}67$.

Die Bemerkung im Texte, daß dem Neckar das größte α in Deutschland zukomme, ist daher hinfällig.

Derselben Mitteilung entnehme ich eine Reihe weiterer Angaben über Höchstdurchflüsse württembergischer Flüsse, die ich zur Ergänzung der ersten Zusammenstellung folgen lasse:

Beobachtungsstelle	Einzugsgebiet	spezifisch. Abfluß $m^3 . sec^{-1} . km^{-2}$	α
Neckar bei Cannstatt . . .	4282	0,393	0,82
Neckar bei Heilbronn . . .	8180	0,379	1,13
Neckar bei Offenau	12351	0,369	1,34
Tauber bei Mergentheim .	1013	0,263	0,57
Enz bei Besigheim	2200	0,660	0,98
Donau, unt. d. Rotmndg. .	5284	0,142	0,32
Donau, mit Iller und Blau .	8084	1,173	0,49
Kocher bei Gaildorf	762	0 8 0	0,74
Jagst bei Crailsheim	502	0 598	0,44
Nagold bei Calw	583	0 8 0	0,66
Argen a. d Mündung	667	0 750	0,62
Marr an der Mündung . . .	507	0 9 8	0,67
Fils an der Mündung . . .	707	0,623	0,53
Lenninger Lauter a. d. Mdg. .	192	0,677	0,30

(W. 65.)

Rundschau

Wasserkraftanlagen

Zwei neue bayerische Kleinwasserkraftanlagen. Das neue Wasserkraftwerk der Stadt Landshut nützt die bisher nur als Gefällsvernichter[1]) gebaute Stufe zwischen dem Hauptarm der Isar und der sog. kleinen Isar mitten

[1]) Vgl. Reindl, Vernichtung und Ausnützung überschüssigen Arbeitsvermögens. Die Wasserkraft 1922, H. 16, S. 294.

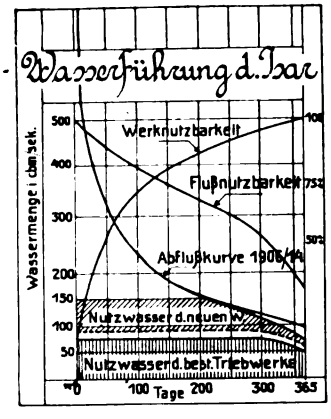


Abb. 1. Wasserführung der Isar in Landshut.

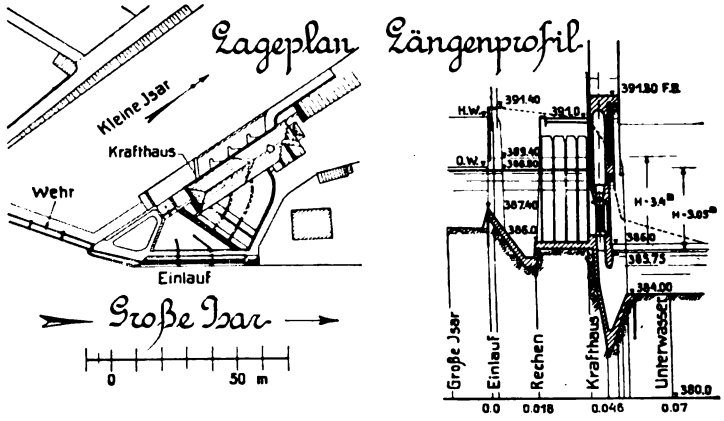


Abb. 2. Elektrizitätswerk Landshut, Lageplan.

Digitized by Google

in der Stadt aus, Abb. 2, und vermag im vollen Ausbau, wofür der bauliche Teil bereits von vornherein ausgeführt ist, bei im Mittel 3 m Gefälle und 55 cbm/sec. oder 1720 PS eine Jahresleistung von 8 Millionen kWh zu erzeugen, welche zum Teil im städtischen Netz und in dem bisher mit Dampf betriebenen Wasserwerk, zum Teil für Ueberlandversorgung nutzbar gemacht wird. Die in der bisherigen Dieselmaschinen-Zentrale der Stadt vorhandene Akkumulatorenbatterie ist eine vorzügliche Speichergelegenheit zur Ausnützung der Nachtkraft. Im vollen Ausbau vermag das Werk dadurch, daß die Dieselmotoren nur mehr als Reserve für die Hochwasserperioden dienen,

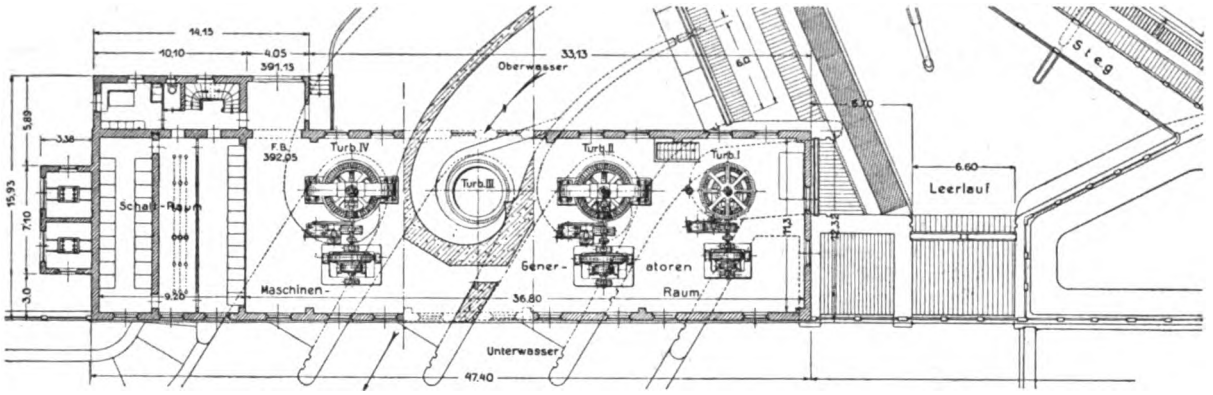


Abbildung 3. Elektrizitätswerk Landshut, Grundriß.

eine nach der Preislage von Neujahr 1923 auf 220 Millionen Mark zu bewertende Menge Oel und für das Wasserwerk um rund 80 Millionen Mark Kohle jährlich zu sparen, wogegen die Kosten für den ganzen Bau und für die zunächst teilweise Maschineneinrichtung sich nur auf 10 Millionen Mark stellten.

Wie aus dem Lageplan ersichtlich, wurde das Werk an die beide Isararme trennende Spitze der Hammerinsel gestellt, an welche sich ein altes Holzwehr als Gefällsvernichter gegen die kleine Isar hin anschließt. Parallel zur Stromrichtung liegt der Einlaufrechen vor einem Vorbecken, an welches sich sogleich das Maschinenhaus anschließt, während die Turbinenausläufe unmittelbar in die kleine Isar münden, so daß Kanäle oder ein Stauwerk gar nicht vorhanden, die Lage also denkbar günstig ist.

Die Spüleinrichtung des Vorbeckens gestattet erfahrungsgemäß die Abführung der bei den jährlich mehrmals wiederkehrenden erheblichen Hochwässern eingeworfenen beträchtlichen Kies- und Sandmengen jeweils in einigen Stunden, ohne daß bisher Handarbeit dazu nötig war.

Das Kraftwerk wird im vollen Ausbau vier vertikale Francisturbinen in Beton-Spiralen mit Tauchdecken aufnehmen, wovon bisher zwei aufgestellt sind (Abb. 3), deren eine 260 PS, die andere 520 PS leistet. Jede Turbine treibt über ein Kegelradvorgelege einen aus einem Drehstrom- und einem Gleichstromgenerator zwischen nur zwei Lagern eng zusammengebauten Maschinensatz an, welcher den Gleichstrom von 2×220 Volt in das Stadtnetz bzw. über ein Zusatz-Aggregat in der Dieselmaschinenzentrale in die Batterie, den Drehstrom unmittelbar mit 5000 V. zum Wasserwerk und über eine Transformatorenanlage mit 20 000 V. in das Ueberlandnetz der Ostbayerischen Stromversorgungs-A.-G. liefert.

Der Grobrechen vor dem Einlauf mit Tauchwand geht in das Vorbecken über, in welchem die Spülwirkung der zugleich als Leerlauf dienenden zwei Schützen durch Rippen an der Sohle erhöht wird. An den Feinrechen und die Einlaufschützen schließen sich die zwecks guter Wasserzuführung zu den Spiralen in deren äußerer Fortsetzung gekrümmten Trennwände der drei hinteren Turbinenkammern an, während die vorderste Kammer sich in der vorderen Stirnwand öffnet. Baulich stellt das Maschinenhaus ein auf einer Eisenbetonplatte ruhendes Pfeilersystem dar, das von einem die Umfassungsmauern des Hochbaues tragenden Rahmen mit Eiseneinlagen umfaßt wird. Der Maschinenhausfußboden liegt hochwasserfrei, bei H.H.W. ist Ober- und Unterwasserspiegel gleich. — Das Kraftwerk (Abb. 4) paßt sich auch in seinem Aeußeren der Lage mitten im Städtebild mit dem Martinsturm im Hintergrund und der Burg Trausnitz auf der Höhe in schlichtem, aber wuchtigem Aeußeren vorzüglich an.

Abbildung 4. Kraftwerk vom Unterwasser aus.

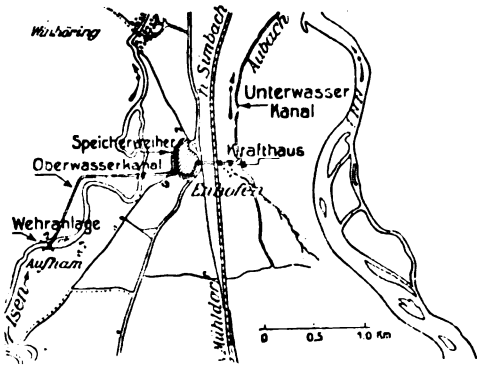


Abbildung 5. Isenwerk, Lageplan.

Digitized by Google

Es mahnt dazu, auch anderwärts ähnliche nicht selten vorhandene Gelegenheiten zur Ausnützung oft sogar unerwünschter und künstlich vernichteter Gefällsstufen aufzusuchen.

Das Isenwerk der Stadt Mühldorf a. Inn nutzt die Isen, einen kleinen Nebenfluß des Inns mit rd. 500 qkm Einzugsgebiet und einem Niederwasser von 2,5 cbm/sec., steigend bis zu 300 cbm/sec. bei Hochwasser, mit einer ausgebauten Wassermenge von 4 cbm/sec. bei 22 m Gefälle speicherfähig aus. Bei 3,4 cbm/sec. Mittelwasser und 18 m Nutzgefälle ergibt sich eine Leistung von 620 PS, die installierte Leistung im vollen Ausbau beträgt 1680 PS bei einer infolge der Speicherungsmöglichkeit fast voll ausnutzbaren Jahresleistung von 3,5 Mill. kWh.

Der Kanal, der hinter einem 80 m langen, festen Ueberfallwehr abgezweigt ist und dessen Einlaufschleuse mit Rücksicht auf Hochwasserfreiheit ein Stück wasserabwärts liegt, unterdükert nach 1,25 km die Isen. Bei km 1,5 beginnt ein Speicherweiher von 360 000 cbm Inhalt, der in einer Mulde angelegt ist und nur auf einer Seite eines 400 m langen Dammes bedurfte. Wie der Lageplan (Abb. 5) erkennen läßt, ist der Kanal vom Weiher und auch vom Auslauf desselben bis zum Wasserschloß getrennt gehalten und erst im Wasserschloß, das noch getrennte Kammern für Kanal und Weiherablauf hat, ist über selbsttätige Rückstauklappen eine Verbindung derart hergestellt, daß beim Ansteigen des Wasserspiegels im Kanal zwar Wasser vom Kanal in den Weiher zurückfließen kann, nicht aber beim Absinken des Kanalspiegels Wasser vom Weiher in den Kanal zurücktreten kann. Auf diese Weise ist eine selbsttätige Heranziehung des Speicherweihers bei jeder die Zulaufmenge aus dem Kanal übersteigenden Belastung gewährleistet. Außerdem ist die Kanaleinlaufschleuse so eingerichtet, daß sie bei oft sehr rasch kommendem Isenhochwasser den Durchflußquerschnitt zum Kanal selbsttätig verkleinert. Die getrennte Führung des Isen- und Weiherzulaufes zum Wasserschloß ist dadurch billig erreicht, daß das Betongerinne zweistöckig ausgeführt ist; das obere offene Gerinne bildet den Isenkanal, unter ihm liegt der Weiherablauf als Parallel-Düker rechteckigen Querschnittes.

Das Kraftwerk (Abb. 6 u. 7) umfaßt im vollen Ausbau drei mit Spiralturbinen gekuppelte Drehstromgeneratoren. Zwei Maschinensätze, gleichachsig aufgestellt, sind mit Einfach-

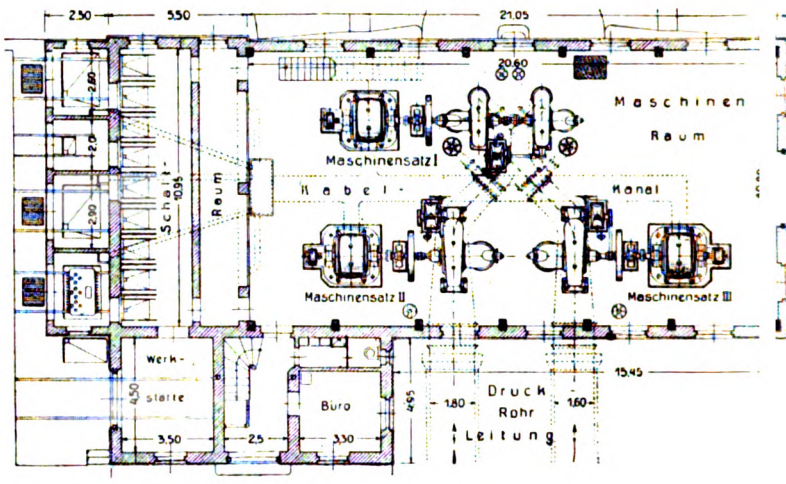


Abbildung 6. Isenwerk, Grundriß.

Spiralturbinen von je 565 PS gekuppelt, deren jede eine eigene Rohrleitung hat. Parallel dazu steht der dritte Satz, mit einer Doppel-Spiralturbine (getrennte Gehäuse) von 2×277 PS, deren jede getrennt absperrbar ist und welche aus jeder der beiden Druckrohrleitungen gespeist werden kann. Damit ist die denkbar beste Anpassung der Maschinengröße an die jeweilige Belastung bei höchstem Wirkungsgrad möglich.

Die Baukosten der mit 6 Millionen M. veranschlagten Gesamtanlage (einschl. zweier Maschinensätze und Fernleitungen) belaufen sich infolge der Teuerung, die im Laufe der Bauzeit eingetreten ist, auf 300 Millionen M., wogegen bei einer Jahreserzeugung von 3 Mill. kWh der Ertrag des Werkes nach den derzeitigen auf der Kohlenklausel basierenden Strompreisen mit 300—360 Mill. M. anzusetzen ist, so daß die Baukosten in wenigen Jahren gedeckt werden.

Entwurf und Ausführung beider Werke stammt von Zivil-Ingenieur Joh. Hallinger, München. Rdl.

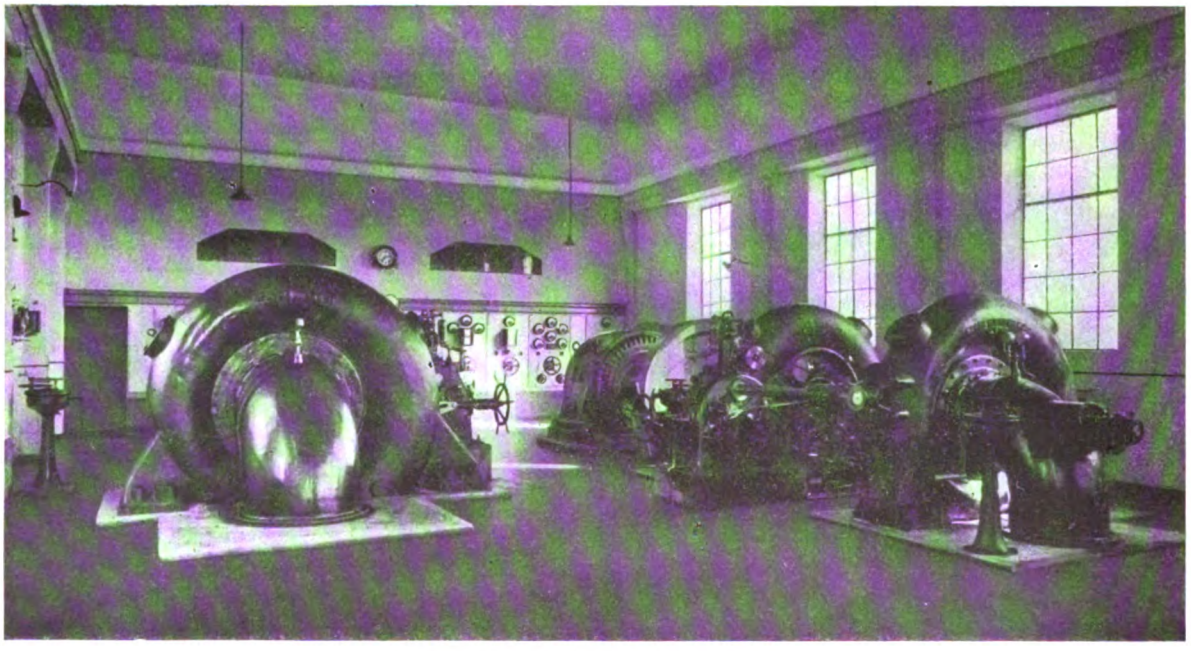


Abbildung 7. Inneres des Maschinenhauses.

Digitized by Google

Rußlands erstes großes Wasserkraftwerk. Von einem schwedischen Besucher der Anlage werden in „Teknisk Tidskrift" 1924 Väg-och Vattenbyggnadskonst, 4., über das im Entstehen begriffene erste große Wasserkraftwerk in Rußland Angaben gemacht. Das Wasserkraftwerk ist dazu bestimmt, Petrograd oder, wie es jetzt — auf einige Zeit — heißt, Leningrad mit elektrischer Energie zu versehen.

Das Kraftwerk wird im Fluß Volchow, der den Ilmensee zum Ladogasee ableitet, erbaut. An der Kreuzung des Flusses mit der sibirischen Bahn, nahe an der Einmündung in den Ladogasee und etwa 110 km von der Stadt, wird ein Wehr gebaut, das die Wasseroberfläche des Flusses um 10,7 m aufhöht und bis zur Wasseroberfläche des Ilmensees noch ungefähr 2 m Gefälle läßt. An das Wehr schließt eine 150 m lange und 17 m breite Schleuse für Fahrzeuge bis zu 2,2 m Tiefgang sowie die Kraftstation, die dazu bestimmt ist, unter Abzapfung des Wehrbeckens je nach dem Wechsel der Belastung innerhalb des Tages bis zu 700 cbm/sec. der Wassermenge des Flusses, die zwischen 50 und 2300 cbm/sec. wechselt, sich aber gewöhnlich zwischen 200 und 1500 cbm/sec. hält, zu entnehmen. Das Niederschlagsgebiet ist 76 000 Quadratkilometer. Eine geregelte Abzapfung des Ilmensees, dessen Wasserfläche 780 Quadratkilometer beträgt, ist schwer durchzuführen, weil die Lage der Stadt Nowgorod am Auslauf eine Erhöhung des Wasserstandes des Sees ausschließt.

Die Planlegung des Wehres geht aus Abb. 1 hervor. Das Wehr bildet einen einzigen 210 m langen Ueberfall, dessen Querschnitt aus Abb. 2 hervorgeht. Das Triebwasser zu den Turbinen wird abgeleitet durch Oeffnungen unter der Wasseroberfläche in der 250 m langen Mauer, die in schwacher Neigung gegen das Ufer vom Ostende des Wehres ausgeht und dazu dient, das Treibeis abzuhalten. Die Mauer grenzt oberhalb des Maschinenhauses ein kleineres Becken ab, von welchem Eis, gröbere Absetzungen an den Turbinengattern u. ä. durch einen am Abflußeck verlegten, 18 m breiten Auslauf abgespült werden, durch den die Wasserfläche im Bedarfsfalle auch gesenkt wird. Am Ufer wird innerhalb des Auslaufes die Schleuse angebracht.

Das Maschinenhaus faßt acht Generatoreneinheiten neben zwei Stationseinheiten, die Gleichstrom an Feldmagnete und für anderen örtlichen Bedarf abgeben. Die Maschinen werden mit lotrechten Achsen gebaut, Umdrehungszahl 75 bzw.

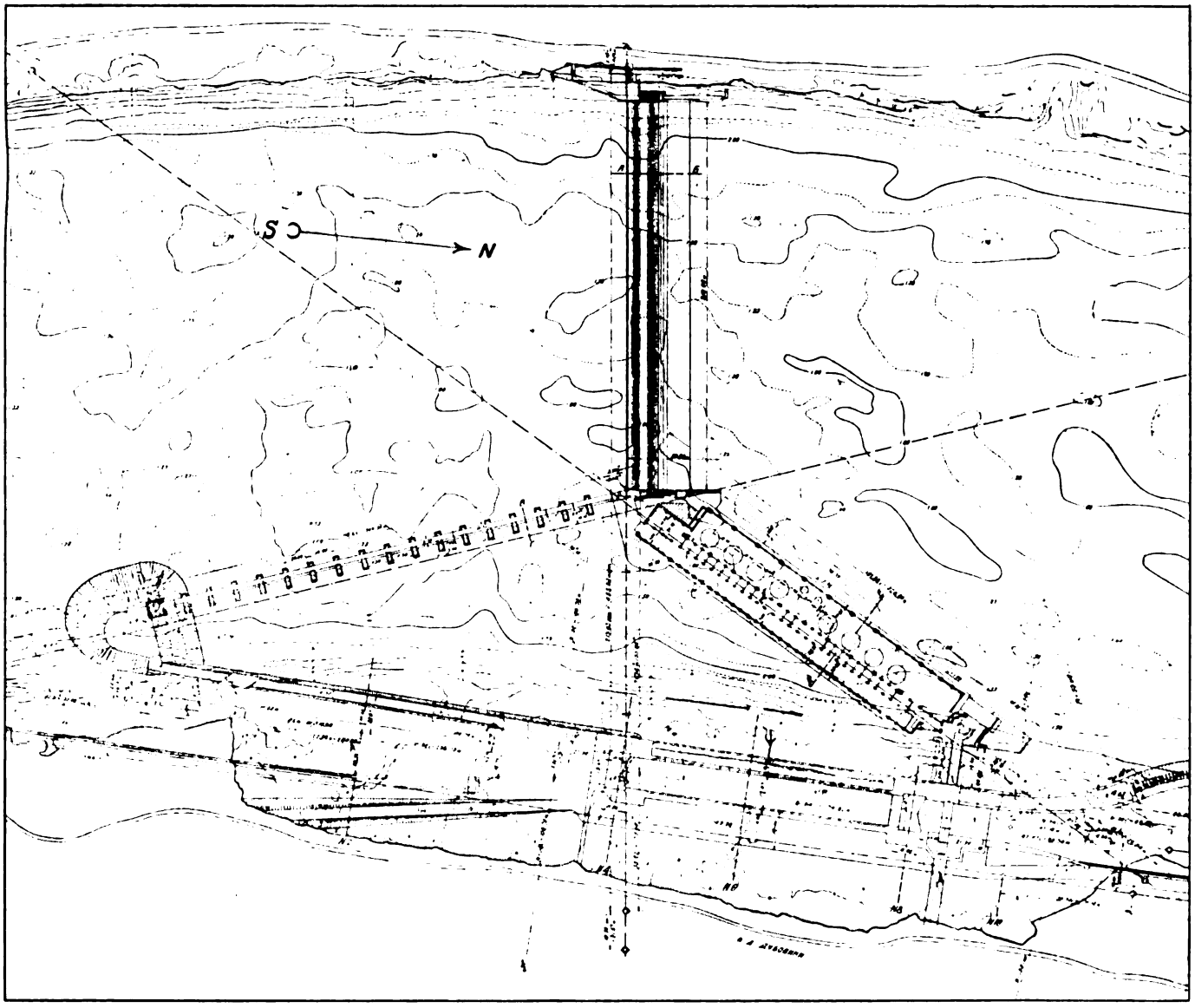


Abbildung 1.

Digitized by Google

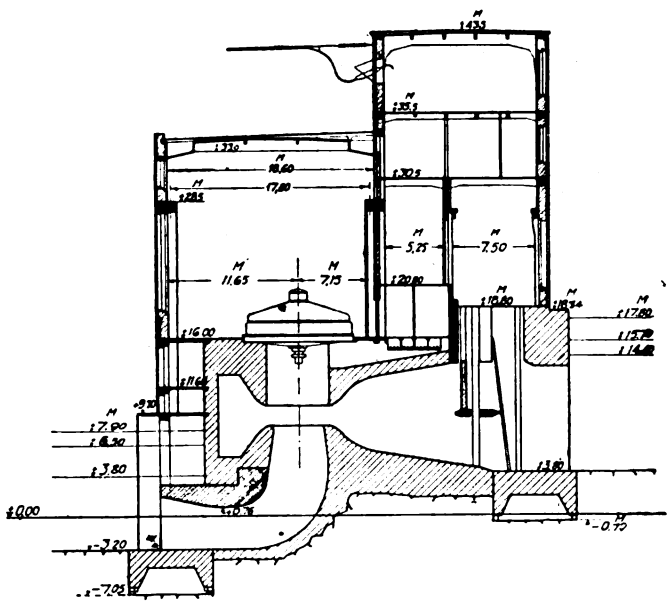


Abbildung 2.

150 in der Minute. Jede Generatorturbine gibt bei 10,5 m Nettofallhöhe voll angelassen 8500 kW an der Achskuppelung, die Stationsturbinen jede 1180 kW ab.

Die Gründung auf dem aus obersilurischen Mergelschiefern in wagrechten Schichten aufgebauten Flußbett geschieht in großem Umfange mittels Druckluft. Unter den flußaufwärts und flußabwärts gelegenen Wänden des Maschinenhauses sind 10 große Caissons 7 bzw. 13 m unter Wasseroberfläche versenkt; im Eckpfeiler zwischen Haus und Wehr weitere 7. Vom Wehr werden zehn 7 m breite Abschnitte mit Druckluft gegründet; die zwischenliegenden Teile werden innerhalb Abdämmungen aufgemauert. Die 17 Pfeiler des Einzugdammes und der Widerlager sind unter Taucherglocken ausgeführt worden. Die Caissons wurden aus bewehrtem Beton hergestellt.

Das bedeutsame Unternehmen, das auf Anregung Lenins entstanden ist, verwirklicht Baupläne, die schon lange bestanden. (W. 78.) Dr. S.

Kraftwerksanlage am Imatra in Finnland. Die Erdarbeiten am staatlichen Kraftwerkbau am Imatra, dem größten Wasserfall Europas, haben vor etwa einem Jahr begonnen. Im ganzen sind ungefähr 240 000 cbm gefördert, d. i. der dritte Teil des für die ganze Anlage Erforderlichen. Die Fangdammarbeiten für den Regulierungsdamm wurden vor einigen Monaten am rechten Flußufer begonnen. Hier ist ein grobes und sicheres Material erforderlich und die größte Sorgfalt in der Arbeit, denn hier wird im Grunde genommen den vielen Hunderttausenden von Pferdekräften des Wasserfalles der erste Zügel angelegt. Die 9 Wohnhäuser sind schon in Benützung genommen.

Die Arbeiten sind bisher plangemäß und ohne Störung verlaufen. Ein wesentlicher Teil der Arbeit erfolgt mittels Maschinen, augenblicklich sind gegen 600 Mann beschäftigt.

Die Stammlinien für die Kraftüberführung sind in endgültige Untersuchung genommen. Die Linie Imatra—Viborg ist schon fertig untersucht und jetzt handelt es sich noch um die Untersuchungsarbeiten im südlichen Finnland, vom Imatra westwärts. Auf künftige Erweiterungen ist von vornherein Rücksicht genommen und die jetzt ausgeführten Arbeiten kommen den künftigen Erweiterungen zugute. Die Energie wird mit einer Spannung von 110 000 Volt zum westlichen Finnland geleitet werden.

Die Verwaltung des Bauunternehmens ist auf neuzeitlicher Grundlage etwas umgestellt worden. Man war bestrebt, der Verwaltungseinrichtung eine Form zu geben, die den bei Privatunternehmungen üblichen möglichst entspricht. Man hat dadurch eine mehr praktische, elastische und weniger beamtenmäßige Einrichtung zustandegebracht. An Stelle des Staatsausschusses, der früher das Unternehmen leitete, ist eine Direktion getreten, deren Aufgaben sich mit denen eines Verwaltungsrates bei größeren privaten Unternehmungen decken. Die mehr ins Einzelne gehende Leitung hat ein Ausschuß. Dr. S.

Das Kembser Werk. Zwischen der französischen Regierung und den Oberrheinischen Kraftwerken in Mülhausen als Konzessionsbewerberin für ein Kraftwerk beim Kembs mit Rückstau bis zur Birsmündung sind Verhandlungen über die Bestimmungen der schweizerischen Konzession und über den Entwurf eines französisch-schweizerischen Uebereinkommens zur Festlegung der Beziehungen der beiden die Konzession erteilenden Staaten im Gange. Die Frist für die Erteilung der Konzession läuft für die Schweiz am 3. Juli ab, ist aber nun auf Grund eines dahingehenden Begehrens der Regierung von Basel-Stadt um sechs Monate bis zum 3. Januar 1925 verlängert worden.

Was die Fortsetzung des Kembser Kanals in der Richtung gegen Straßburg anbelangt und den Bau der weiteren sieben Staustufen, so hat das französische Bautenministerium dieser Tage ein Gesamtprojekt fertig erstellt, das der Regierung unterbreitet worden ist und später der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt in Straßburg vorgelegt werden soll, denn im Straßburger Kompromiß heißt es ausdrücklich, daß Deutschland, Frankreich und die Schweiz darüber miteinander einverstanden sind, daß bei der Prüfung der Projekte für die übrigen Kanalabschnitte eine Berufung auf die in bezug auf das Kraftwerk Kembs festgesetzten technischen Bedingungen im Sinne einer Vorentscheidung keinesfalls erfolgen darf. (W. 103.)

Ein neuer Energievernichter. Am 7. Februar 1924 ist eine Patentanmeldung auf einen neuen Leerschußwasserenergievernichter veröffentlicht worden. Die darin beschriebene neue Lösung des Problems der Abbremsung überschüssiger Leerschußwasserenergie stellt einen weiteren Fortschritt dar auf dem von Prof. Kreuter in bahnbrechender Weise eingeschlagenen Weg, die Energie durch innere Flüssigkeitsreibung aufzulösen und nicht mehr an Bollwerken oder dergl. zu brechen. Der von Dipl.-Ing. Förderreuther, ehemaliger Assistent an der Technischen Hochschule München, vorgeschlagene, und an diesem Institut eingehend in zahlreichen Modellversuchen ausprobierte Energievernichter sieht zwei Leerschußrohre vor, deren Wasserstrahl in einem Tosbecken unter dem Tosbeckenwasserspiegel gegeneinander münden und sich gegenseitig verwirbeln und abbremsen. Da sich diese Abbremsung äußerst wirksam ausbildet und deutlich erkennbar auf einen überraschend kleinen Raum beschränkt, kann man bei kleinster Baudimension jegliche Beanspruchung des Bauwerks, jegliche Spülwirkung, Spritz- und Verdunstungswirkung vermeiden und das Wasser aus dem Tosbecken vollständig beruhigt wie aus irgend einem anderen Wassergefäß abführen.

Die Vorteile dieses Wasserenergievernichters gegen bisherige Ausführungen liegen demnach in seiner hervorragenden Wirkung bei kleinstem Platzbedarf, in seiner denkbarst einfachen Bauweise, in bedeutender Ersparnis im Bauwerk, in seiner unbedingten Betriebssicherheit, in seiner Unabhängigkeit von der Belastung und in seiner völligen Schonung des Bauwerkes.

Ein Beispiel wird Platz- und Baukostenersparnis deutlich zeigen: Für eine projektierte Anlage von 1000 PS bei 110 m Gefälle sollte ein Energievernichter vorgesehen werden. Die hierfür erst vorgeschlagene Kreuterbremse sollte ein Tosbecken von 7 m Durchm., also ca. 35 m² bekommen, ohne Umlaufsammelkanal, der dann gewählte Energievernichter nach F. hatte eine Tosbeckenfläche von ca. 5,6 m² und als Abfluß genügte ein kleiner Ueberfall in den Unterwasserkanal. (W. 69.) Dipl.-Ing. Förderreuther.

Geplante Wasserkraft-Projekte in Kanada. In ihrer Uebersicht über den Fortschritt im Ausbau der Wasserkräfte im Jahre 1923 gibt die Wasserkraft-Abteilung des Kanadischen Departements des Innern auch eine Ueber-

Digitized by Google

sicht über die für 1924 vorgeschlagene Weiterentwicklung. Aus dem Bericht geht hervor, daß die West Kortenay Power and Light Co. die Ausbaugrößen ihrer Anlagen an den Bonnington-Fällen am Kortenay-Fluß in Britisch-Columbien zu verdoppeln gedenkt. In Nord-Ontario plant die Great Northern Ontario Power Co. die Aufstellung einer neuen 2000 PS-Einheit in ihrem Werk am Indian-Fall des Montreal-Flusses. In der Provinz Quebec hat die Ottawa River Power Co. bereits mit den Bauarbeiten an ihrer Neuanlage am Calumet-Fall, Ottawa-Fluß, begonnen. Diese Anlage wird im ersten Ausbau eine Installation von ein oder zwei Einheiten von je 22 500 PS und im endgültigen Ausbau eine solche von insgesamt 67 500 PS erhalten. Weitere in nächster Zeit in Angriff zu nehmende Planungen umfassen eine 15 000-PS-Anlage am Bastican-Fluß, eine 80 000-PS-Anlage an den Lachine-Stromschnellen des St. Lorenz-Stromes, ein 50 000-PS-Werk am Back-Fluß, zwei Projekte am Gatinean-Fluß, das eine bei Chelsea mit 110 000 PS und das andere an den Pangan-Fällen mit 60 000 bis 100 000 PS, eine Anlage am Megiskan-Fluß in Nord-Quebec von 10 000 bis 20 000 PS in Verbindung mit einer Papiermühle, und schließlich eine 21 000-PS-Anlage am Du Loup-Fluß bei St. Paulin. In New Brunswick ist die größte unausgebaute Wasserkraft an den Grands Falls des St. John-Flusses im vergangenen Jahr von der New Brunswick Electric Power Comission untersucht worden; die Ausbaumöglichkeit besteht, sobald alle Bedingungen sich als günstig erweisen. In Nova Scotia sind von der Power Comission die letzten Planungen und Vorarbeiten für eine zweite Wasserkraftanlage am East River bei Sheet Harbor mit anfänglichem Ausbau auf 6000 PS, die die Stromlieferung für ein neues Werk der Albany Perforated Wrapping Paper Co. in Albany, N.Y., übernehmen soll, zu Ende geführt worden. (Engineering News Record Vol. 92, Nr. 14, v. 3. 4. 24.) (W. 91.) Ge.

Bahnelektrisierung

Bahnelektrisierung in Spanien. Auf der Pajares-Rampe, einer Teilstrecke der Linie Oriedo—Leon, fanden Anfang Februar die ersten Probefahrten statt. Die außerordentlich stark belastete Linie mit starken Steigungen wird von der Gesellschaft Electra de Viesgo mit Drehstrom von 30 000 V. beliefert und mit Gleichstrom von 3000 V. betrieben. Die Lokomotiven leisten 1800 PS und fördern Züge von 350 t Gewicht. Im kohlenreichen Teil Nordspaniens wird also die elektrische Zugförderung mit Wasserkraft erfolgreich durchgeführt. (W. 95.)

Geschäftliches

Versammlung des Verbands zur Behebung der Donau-Versinkung. In der Vertreter-Hauptversammlung, die der Verband zur Behebung der Donau-Versinkung — der daran Beteiligten von Immendingen, Tuttlingen — Ulm, in Beuron abgehalten hat, um die Richtlinien für das weitere Vorgehen zu beraten, wurde von Herrn Ingenieur Baader eingehender Vortrag und Bericht über sein Projekt und die Sachlage erstattet.

Als Ergebnis der anschließenden mehrstündlichen Aussprache wurde folgender Beschluß in Form einer Entschließung gefaßt und einstimmig angenommen:

„Herr Ingenieur Baader ist unser technischer Berater. Der Arbeitsausschuß tritt baldmöglichst in Unterhandlung mit dem württembergischen und badischen Ministerium, um endlich die wiederholt in Aussicht gestellte Zusammenkunft der maßgebenden Herren Minister herbeizuführen, damit diese Herren sich über die Lösung der seit Mitte vorigen Jahrhunderts strittigen Frage aussprechen und unter Vermeidung eines Rechtsstreits, möglichst freundschaftlich gütlich einigen.

Als feste Grundlage für die Verständigung zwischen Württemberg und Baden soll das Projekt der technisch praktischen Lösung des Problems der Donauversinkung, von Ingenieur Baader, Ulm, in der Ausführung dienen, hinter welches sich der Verband stellt und solches nach Kräften zu unterstützen bereit erklärt."

Hoffentlich kommt nun auf dieser Grundlage ein greifbares Resultat zustande, bei welchem eine Verständigung herbeigeführt, die durch die Versinkung hervorgerufenen Mißstände beseitigt, der ununterbrochene Donaulauf erhalten wird, wobei die Rechte und Interessen beider Teile intakt bewahrt bleiben. (W. 70.)

Ausschreibung des Baues eines Wasserwerkes in Rustschuk. Die Stadtgemeinde von Rustschuk vergibt im Wege der Verdingung durch geheime Angebotsangabe die Errichtung einer Wasserversorgungsanstalt für die Stadt auf der Insel St. Matthäi. Voranschlag 7 900 000 Lewa. Verdingungstermin 30. August 1924 in der Gemeindeverwaltung in Rustschuk. Näheres ist beim „Deutschen Wirtschaftsdienst", Berlin W., Schöneberger Ufer 21, zu erfragen.

Untere Iller-Aktiengesellschaft. Sitz München. Der Gesellschaftsvertrag ist abgeschlossen am 3. April 1924. Gegenstand des Unternehmens ist 1. die Ausnutzung von Wasserkräften der Iller zur Erzeugung elektrischer Energie und deren gewerbliche Verwertung in jeder Art, sowie die Erstellung der hiezu dienenden und notwendigen Werke; 2. jede andere Art Erzeugung und Verwertung elektrischer Energie und Errichtung der hierzu erforderlichen Anlagen für eigene Rechnung oder für Rechnung dritter. Grundkapital: 4 000 000 Goldmark, eingeteilt in 4000 auf 1000 Goldmark und den Inhaber lautenden Aktien, die zum Nennwert begeben werden. Sind mehrere Vorstandsmitglieder bestellt, sind zwei oder eines mit einem Prokuristen vertretungsberechtigt. Vorstandsmitglieder: Peter Bürner, Oberregierungsrat in München, und Bernhard Monath, Direktor in Augsburg. Der Vorstand, welcher nach der Bestimmung des Aufsichtsrates aus einem oder mehreren Mitgliedern besteht, wird vom Aufsichtsrat bestellt. Die Bekanntmachungen einschließlich der Berufungen der Generalversammlung erfolgen durch den Deutschen Reichsanzeiger und die Bayerische Staatszeitung. Die Gründer, die alle Aktien übernommen haben, sind: 1. die Firma Bayernwerk, Aktiengesellschaft in München; 2. die Firma Lech-Elektrizitätswerke in Augsburg; 3. Alfons Baarfuß, Prokurist in Augsburg; 4. Hans Schneider, Ministerialrat im Bayerischen Staatsministerium des Innern in München; 5. Konrad Sterner, Ministerialrat im Bayerischen Staatsministerium der Finanzen in München. Geschäftslokal: Nymphenburgerstraße 39.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Abwasser-Reinigung. Entwicklung der mechanischen Abwasserklärung in Deutschland. Von Dr.-Ing. M. Kusch, Berlin-Friedenau. „Ges. Ing." 1924, Heft 20, S. 183—187; 8 Abb. (Besprechung und Gegenüberstellung der verschiedenen Systeme von Abwasserkläranlagen. Anlagen mit Frischschlammbeseitigung aus dem Klärraum und getrennter Schlammbehandlung wie z. B. der Kremeranlage wird der Vorzug gegeben gegenüber dem Emscher- und Omsbrunnen.)

— Anweisung für die Flußaufsichtsbeamten zur Feststellung der Verschmutzung der fließenden Gewässer durch Abwässer. Von Reg.-Baudirektor Dr.-Ing. Fickert, Dresden. „Ges. Ing." 1924, Heft 19, S. 171—175; 2 Abb. (Aufgabe, Hilfsmittel zur Feststellung der Verschmutzung, Feststellung des Zustandes des fließenden Gewässers, Untersuchungsergebnisse, Verwendung derselben, Beispiel.)

Bahnelektrisierung. Ueber den gegenwärtigen Stand der Vollbahnelektrisierung unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten für die Elektrisierung der Oesterr. Bundesbahnen bis zu Beginn des Jahres 1924. Von Sektionschef Ing. Paul Dittes, Wien. — „Elektrotechnik und Maschinenbau" Wien, 1924, H. 22, S. 345—360; 34 Abb. (Ueberblick über den Stand der Bahnelektrisierung in den übrigen Ländern; Spullerseewerk, Arlbergleitung, Streckenausrüstung, Schuppen- und Werkstattanlagen Innsbruck;

Digitized by Google

Kraftwerk Steeg und Streckenausrüstung der Salzkammergutbahn; Lokomotiven.)

— Desgl. auszugsweise Wiedergabe. „Zeitschr. d. österr. Ing.- und Architekten-Ver" 1924, H. 21/22, S. 181—191; 12 Abb.

— Die elektrischen Lokomotiven unter besonderer Berücksichtigung der Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn. V. Reg.-Baurat Kleinow. — „E. T. Z." 1924, H. 22, S. 547—553 und H. 23, S. 583—588; 16 Abb. (Entwicklung und Bestand der Elektrolokomotiven, Leistungsbemessung, Motoren und Wagenteil, die verschied. Antriebstypen, Transformatoren.)

Be- und Entwässerung. Betrachtungen über Auslässe in mit Abwässern bewässertem Gelände. Von G. A. Mitchel. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 7 v. 14. 2. 24; S. 284—287; 10 Abb. (Bericht über verschiedenartige Ausbildungen von Auslässen in Geländehöhe bei unterirdisch verlegten Bewässerungsleitungen und deren Bewährung im Betrieb.)

Elektrochemie. Das Stickstoffproblem in der Landwirtschaft und die chemische Technik. Von Dr. Loksha, Brünn. — „Mitt. d. Haupt-Vereins deutscher Ing. in d. tschechoslow. Republik" 1924, H. 4, S. 57—59. (Einfluß der künstl. Stickstoffzuführung auf den Ertrag; künstliche Mittel: schwefelsaures Ammoniak, Verfahren von Caro und Frank sowie Haber; synthetischer Natronsalpeter nach Ostwald, Norgesalpeter.)

Elektroheizung. Wirtschaftliche Anwendung der Elektrowärme. Von Ing. Brev. „Hackethal-Nachrichten" 1924, Heft 8, Seite 8—15; 11 Abb. (Wirtschaftlichkeitsbedingungen, Brennstoffgrenzpreis, Beschreibung von Warmwasser- und Dampfkesseln nach der Bauart der Widerstand A.-G. bis 1500 kW.)

— Die Verwendung von Abfallstrom bei der Eindampfung von Flüssigkeiten unter Wiederbenützung des komprimierten Brüdendampfes zur Heizung. „Elektrotechnik und Maschinenbau, Techn. und wirtschaftl. Nachr." 1924, H. 19, S. 122. (Wirtschaftlichkeitsrechnung für eine Wasserdestillieranlage für Dampfheizung, direkte elektr. Heizung und Wärmepumpe, Grenz-Strompreis.)

— Vergleichende Kochversuche mit einem Kohlenherd und elektr. geheizten Kocheinrichtungen in der Züricher Heilstätte in Davos-Clavadel. Mitteilungen d. Vereinigung d. Elektrizitätswerke 1924, Nr. 359. (Praktische Vergleichsversuche ergaben, daß zur Ersetzung von 1 kg Kohle in einer Großküche für 180 Personen rd. 1,35 kWh nötig sind; Gesamtanschlußwert 75 kW bei 595 h Benutzungsdauer.)

— Der elektrische Wärmespeicher-Kochofen „Seves" des Elektrizitätswerkes Stockholm. Mitteilungen d. Vereinigung d. Elektrizitätswerke 1924, Nr. 358, S. 104—107; 1 Abb. (Beschreibung des Wärmespeicher-Kochofens.)

Elektrotechnik. Moderne Hochspannungs-Fernleitungen. Von W. Dreyer, San Francisco. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 1 v. 3. 1. 24; S. 8—10; 3 Abb. (Beschreibung der Leitungsausbildung für die neuen 220 000-Volt-Leitungen und Angabe der Gründe für Einführung dieser hohen Spannung.)

Energiewirtschaft. Wasserkraftenergie, ein Rückblick auf die letzten 50 Jahre. Von J. D. Galloway. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 16, S. 687—690; 9 Abb. (Übersicht über den Entwicklungsgang der Wasserkraftanlagen, Wasserturbinen und der Übertragungstechnik; Anwachsen der Abmessungen; Verbesserung der Wirkungsgrade.)

— Das Thüringenwerk. Von Schönberg. „E.T.Z." 1924, H. 23, S. 577—579; 1 Karte und 1 Abb. (Übersicht über den Oskar v. Miller'schen Vorschlag der Thüring. Landesversorgung durch Wasser- und Wärmekraft, Wasserkraftspeicher und Fremdstrombezug.)

— Energiewirtschaft und Wasserkräfte. Von Dipl.-Ing. Kammerer. Z. d. bayer. Revisions-Vereins 1924, H. 9, S. 73—76. (Kurze Zusammenfassung der grundlegenden techn. und wirtschaftl. Gesichtspunkte für Bau und Energieverwertung. Fehler und deren Behebung.)

Talsperren. Neue Talsperren in Transvaal. „Der Bauing." 1924, Heft 9, Seite 288; 1 Abb. (Nach „Engg." Nr. 3037 v. 14. 3. 24.) (Kurze Angaben über den baulichen Teil der 1922 fertiggestellten, 59 m hohen und im Grunde 22 m starken bogenförmigen Sperre, die Bewässerungszwecken dient.)

Wasserbau. Das moderne Sprengluftverfahren. Von Dr. Steltbacher. „Technik und Industrie und schweiz. Chemiker-Zeitung" 1924, H. 7—8, S. 70—75; 9 Abb. (Kurze Darstellung der Anwendung des Sprengverfahrens mit flüssiger Luft; Transport, Vorbereitung, Schießen.)

— Das dynamische Aehnlichkeitsgesetz mit besonderer Anwendung auf Modellversuche. Von Prof. A. H. Gibson. „Engineering" Nr. 3037 v. 14. 3.; 3038 v. 21. 3.; 3039 v. 28. 3. und 3040 v. 4. 4. 1924. (Kritische Betrachtungen an Hand umfangreicher Modellversuche, inwieweit Anwendung des Aehnlichkeitsgesetzes unter Beachtung der Modellregel angängig ist, und welche Voraussetzungen für die Anwendbarkeit erfüllt sein müssen.)

— Die Herstellung des höchsten Erd-Staudammes. Von A. C. Eaton. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 6 v. 7. 2. 24. (Beschreibung des Bauvorganges für den Staudamm der Davis Bridge Wasserkraftanlage am Deerfield-Fluß. Inhalt 1,4 Millionen m³, Höhe 61 m, Fußbreite 350 m, Bauzeit 2 Jahre. Einschwemmen von einem in Dammitte gelegenen Sumpf aus.)

— Neue logarithmische Gleichung für Reibungsverluste in Rohrleitungen. Von F. W. Greve. „Engineering News Record" Vol. 91, Nr. 15 v. 11. 10. 23, S. 605. (Vorschlag einer neuen Gleichung in der Form $h_v = A(v)^B$ wobei A ein vom Durchmesser abhängiger, $B = 1{,}85$ ein vom Durchmesser unabhängiger Koeffizient ist.)

— Versuche über Reibungsverluste an großen Druckrohrleitungen. Von R. A. Monroe. „Engineering News Record" Vol. 91, Nr. 15 v. 11. 10. 23, S. 598/99; 4 Abb. (Auszug aus einem Bericht über Versuche am Stollen und zwei Druckrohrleitungen der Pit-Nr. 1-Wasserkraftanlage der Pacific Gas and Electric Co. Ergebnis: Stollen 4,30 × 4,00 m mit Zementglattstrich, $n = 0{,}0128$ [nach G. u. K.]; Druckrohre 3,1—2,5 m ⌀, oben stumpf, unten überlappt genietet, $n = 0{,}0125$ im Mittel.)

— Niederschlag und Abfluß in der Nähe der Wasserscheide. Von R. E. Horton. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 9 v. 28. 2. 24, S. 355 bis 358; 4 Abb. (Langjährige Erhebungen von Größtabflußmengen von Gebieten in 2500—3000 m Seehöhe beiderseits der Wasserscheide im Felsengebirge in Colorado zeigen, daß die Lage eines Gebietes und der Schneefall einen großen Einfluß auf Art und Größe des Höchstabflusses haben.)

— Neue amerikanische Erddruckversuche. Von Prof. Dr.-Ing. Petermann, Charlottenburg. „Zentralbl. d. Bauverw." 1924, Nr. 6; 1 Abb. (Besprechung der an der Universität Cincinatti in den letzten Jahren ausgeführten Versuche unter Verwendung eines ausführlich beschriebenen Erddruckapparates.)

— Die wissenschaftliche Forschungsarbeit im Wasserbau als Mittel zur Ersparung öffentlicher Gelder. Von Min.-Rat Busch. „Der Bauing." 1924, Heft 9, S. 272—281. (Verfasser weist auf die wirtschaftlichen Nachteile einer etwaigen Einschränkung der wissenschaftlichen Forschungsarbeit auf dem Gebiete des Wasserbaues hin und bespricht in eingehender Weise die bisherigen Leistungen durch Beobachtungen der Natur und ihre Auswertung, durch theoretische Untersuchungen und Versuchstätigkeit unter Aufzählung der wichtigsten ausgeführten Versuche der Wasserbauabteilung in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau 1904—1924.)

— Neuere Erfahrungen bei Erdarbeiten und Dükerbauten. Von Ober-Baurat Goetzke, Hannover. „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1924, Nr. 16, S. 125—127; 12 Abb. (Angaben über die Anwendung der Erdbohrmaschine im Hildesheimer Stichkanal, über die Arbeiter- und Lohnverhältnisse. Beschreibung der in Eisenbeton gebauten Düker.)

Digitized by Google

— Modellversuche über Beeinflussung der Schlickablagerung durch verschiedenartige Hafenmolen im Tidegebiet. Von Reg. und Baurat Dr.-Ing. R. Winkel, Berlin. „Bautechnik 1924" Nr. 18, S. 187—189; 3 Abb. (Unter Hinweis auf die in der Bautechnik 1923, Nr. 21, veröffentlichte Ausbildung des Modells in der preußischen Versuchsanstalt, macht Verfasser Angaben über den Zweck und die Ergebnisse der Versuche.)

— Bettvertiefungen im Mississippi als Folgen von Uferdämmen. Von Ch. L. Potter. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 7 v. 14. 2. 24, S. 280—282; 1 Abb. (Ergebnis der 40 Jahre — 1882 bis 1921 — durchgeführten Messungen auf der Flußstrecke vom St. Francis-Becken in Missouri bis Arkansas, daß die angelegten Parallelwerke das Flußbett im Ganzen vertieft haben.)

— Entnahmestollen durch den New Orleans-Damm mit Spundwandfangdamm. Von R. H. Chambers. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 14 v. 3. 4. 24, S. 560—562; 4 Abb. (Beschreibung der Ausschreibungsbedingungen und des Bauvorganges für den 3,0 × 3,0 m weiten Stollen, der dem Mississippi das Kondenswasser für das New Orleans Public Service, Inc. Kraftwerk entnimmt. Hierbei mußte der Hochwasserdamm des Flusses mit nur 9 m Ueberdeckung unterfahren werden.)

— Unterstützungen für Rohrleitungen in Triebsand. Von A. Griffin. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 9 v. 28. 2. 24, S. 371/72; 2 Abb. (Beschreibung einer Verlegungsart unter Verwendung von leiterähnlichen Holzgestellen als Auflagerung für die Rohrstöße. So wurde feste Lagerung erreicht und das sonst beobachtete Eindringen von Triebsand in die Leitungen verhindert.)

— Materialfehler an einer Hochdruck-Rohrleitung infolge schlechten Stahles. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 9 v. 28. 2. 24, S. 367/68; 1 Abb. (Bericht über den Bruch der 76 cm Durchmesser-Druckrohrleitung der Eldorado-Wasserkraft bei Placerville, Calif. Der Bruch erfolgte bei der Probefüllung unter 570 m Druck; ein 1,8 m langer Längsriß bildete sich und zwar gegenüber der Längsschweißnaht, die selbst nicht zerstört wurde; Blechstärke 33 mm.)

— Entsandungsanlagen ohne automatische und mit automatischer Sand- und Geschiebeabführung. Von Ing. H. Dufour, Basel. „Zeitschr. d. österr. Ing.- und Architekten-Vereins" 1924, H. 21/22, S. 191—194; 2 Abb. (Entsander in Ackersand und in Monthey, sowie Zermatt.)

Wasserkraftmaschinen. Die neuen Peltonturbinen von 26000 PS der Zentrale Venaus (Mont-Cenis). (Les nouvelles Turbines Pelton de 26 000 C.V. de la Centrale de Venaus.) Par J. Boudet, Ingr. „La Houille Blanche" 1923, Nr. 183, S. 121—125; 7 Abb. (Beschreibung dieser dzt. größten Peltonturbinen, welche mit einer Düse 26 000 PS unter 1020 m Nutzgefälle leisten, mit Nadel- und Ablenker-Regulierung, von Riva, Mailand.)

— Versuche über Vibrationserscheinungen an Francis-Laufrädern. „Engineering News Record" Vol. 91, Nr. 19 v. 8. 11. 23, S. 764/65; 5 Abb. (Auszug aus einer Denkschrift über Untersuchungsmethoden und -Ergebnisse am Laufrad einer 40 000 PS Francisturbine, an der bei der ersten Inbetriebnahme starke Schwingungserscheinungen auftraten.)

— Einige moderne Turbinenanlagen: Die Anlage Jogne. (Quelques installations modernes de turbines hydrauliques: Usine de la Jogne.) Par ingr. R. Hofmann. „Bulletin technique de la Suisse Romande" 1924, Nr. 11, S. 130—136; 9 Abb. (Eingehende Beschreibung der vertikalen Francis-Spiralturbinen in Guß-Spiralgehäuse für N = 6000 PS, H = 105 m, n = 500, nebst Reglern der At. de constr. Mec. de Vevey, Sicherheitsvorrichtungen, Leistungs- und Regulierversuche.)

— Pelton-Turbinen von 10 000 PS. „Technique Moderne" 16. Bd., 1. April 1924, 7, S. 268; 2 Abb. (Kurze Angaben über den konstruktiven Aufbau der für das Kraftwerk von Miegebat der französischen Südbahn bestimmten Turbinen.)

— Neues über Turbinen-Abnützungen und automatische Entsendungsanlagen. Von Ing. H. Dufour, Lausanne. „Schweizerische Bauzeitung" 1924, Nr. 17, S. 196—200; 11 Abb. (Anschließend an vorangegangene Besprechungen der Turbinen-Abnützungen, beschreibt Verfasser Automatische Entsender für mittlere Wassermengen und solche für große Wassermengen.)

Wasserkraftanlagen. Die Wasserkraftanlage des „Großen Sees" in Tasmania. „Engineering" Nr. 3038 v. 21. 3. 24, S. 355—357; 6 Abb. (Forts. folgt). (Die beschriebene australische Wasserkraftanlage — im jetzigen Ausbau 58 000 PS — nutzt die Zuflüsse des Großen Sees und des beigeleiteten Ouse-Flusses mit 340 m Gefälle aus. Der gestaute See ist mit 1420 Millionen m³ Stauinhalt der viertgrößte Stausee der Erde. Das Krafthaus steht am Ouse-Fluß bei Waddamana.)

— Die wichtigsten im Jahre 1923 vollendeten und im Baubefindlichen Wasserkraftanlagen. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 1 v. 3. 1. 24, S. 22. (Tabelle von 105 Anlagen in den Ver. Staaten und Kanada. Anzahl und Größe der Einheiten — Niagara 70 000 PS; Queenston-Chippawa 58 000 PS — und Gefälle.)

— Die Davis Bridge Wasserkraftanlage von 60000 PS. Von A. C. Eaton. „Engineering News Record" Vol. 92, Nr. 4 v. 24. 1. 24, S. 142—146; 8 Abb. (Beschreibung der am Deerfield-Fluß bei Readsboro im Bau befindlichen Anlage; 60 m hoher Erddamm von 1,4 Mill. cbm Inhalt — beschrieben in „Eng. N. R." Nr. 6 v. 7. 2. 24 —; 4 km Stollen, zunächst zwei, später drei Francisspiralturbinen je 20 000 PS mit vertikaler Welle.)

Buchbesprechungen

Die Landesstromversorgung im Freistaat Sachsen. Von Paul Barthel, Dresden. Oktober 1923. 24 Seiten 8°. Mit 8 Abbildungen und einer doppelseitigen Karte.

In der kleinen Schrift werden zunächst die bis zum Jahre 1916 zurückgehenden Bemühungen des sächsischen Staates dargelegt, „den Nutzen billiger elektrischer Arbeit durch die Fürsorge des Staates nach und nach allen Landesteilen zukommen zu lassen, der unwirtschaftlichen Zersplitterung der Stromversorgung durch planvolles Zusammenfassen der bestehenden lebensfähigen Anlagen abzuhelfen und die Bodenschätze und Naturkräfte des Landes in umfassender Weise in den Dienst der Elektrizitätsversorgung zu stellen". Die Vorarbeiten, die bereits auf privatwirtschaftlicher Grundlage durch die Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Berlin, und die Elektra Aktiengesellschaft in Dresden geleistet worden waren, wurden den Plänen des Staates nutzbar gemacht. Die privatwirtschaftlichen Unternehmungen wurden entweder aufgesogen oder, wie die Elektra, der staatlichen Stromversorgung eingegliedert. Heute arbeiten Staat und Elektra stetig und zielklar Hand in Hand, um auf den im Jahre 1916 von den gesetzgebenden Körperschaften Sachsens geschaffenen Grundlagen weiterzubauen.

Die Kraftquellen des Staates beruhen zurzeit noch fast ausschließlich auf den bedeutenden Braunkohlenschätzen, über die der sächsische Staat verfügt und hinter denen das Steinkohlenvorkommen bedeutend zurückbleibt, da in der Verfeuerung der Rohbraunkohle an Ort und Stelle für die Energieerzeugung tatsächlich die rationellste Ausnutzung ihres Wertes liegt. Daher werden unmittelbar am Fundort der Rohbraunkohle Großkraftwerke errichtet, von denen aus die Starkstromleitungen über das ganze Versorgungsgebiet gezogen werden.

Das Herz der sächsischen Stromversorgung liegt zunächst in dem gewaltigen Braunkohlenbecken in der südlichen Oberlausitz, auf dem das Großkraftwerk Hirschfelde errichtet wurde, das heute eine Gesamtleistungsfähigkeit von 85 000 kW Maschinenleistung hat. Neben diesem Ostkraftwerk ist die Errichtung eines weiteren Großkraftwerkes im Westen des Landes in der Leipziger Gegend geplant, das sich auf dem Braunkohlenbecken bei Böhlen aufbauen soll.

Der Staat hat auch Stromlieferungsverträge mit anderen Großkraftwerken abgeschlossen, so z. B. mit Lauta,

Digitized by Google

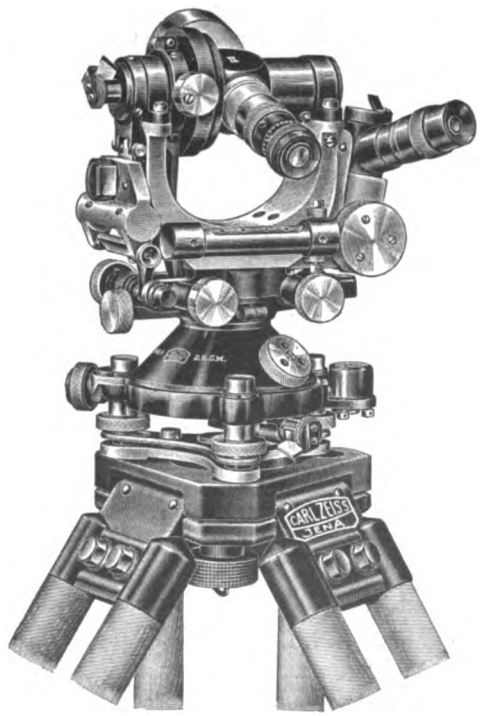
Zschornewitz und Bitterfeld, und eine Verbindung auf Thüringen und Bayern ist nur eine Frage der Zeit.

Was man in der übersichtlichen Schrift vermißt, ist nur ein Eingehen auf die Einordnung der Wasserkräfte Sachsens in die Landesversorgung, worüber wir in unserer Z. 1924, H. 5 S. 63 kurz berichteten, ein Gegenstand von recht erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung! W. 99 Rdl.

Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. Heft 9: Prof. Dr. M. Toepler, Dresden, Ueber Versuchsanordnungen für Stoßprüfungen mit steilsten Spannungsstößen. 48 Seiten mit 38 Abb. — Heft 10: Dr.-ing. E. Marx, Hermsdorf, Versuche und Massenprüfungen mit der Stoßprüfungsanlage im zentralen elektrischen Versuchsfeld der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. 35 Seiten mit 19 Abb. — Bei Gelegenheit der Besprechung einer früheren „Mitteilung" der Firma war bereits die Bedeutung dieser Veröffentlichungen als rein fachwissenschaftliche Studien erwähnt worden. Das gleiche trifft wieder auf die beiden vorliegenden Hefte zu, welche in Heft 9 theoretisch, in Heft 10 in die Praxis umgesetzt das Gebiet der Stoßprüfungen als neuestes und vom prüfungstechnischen wie betriebstechnischen Standpunkt aus schärfstes Prüfungsverfahren behandeln. Heft 9 bringt eine ausgezeichnete Uebersicht von Prof. Toepler von der Technischen Hochschule Dresden über die in Hochspannungsanlagen auftretenden Arten des Spannungsverlaufes und über elektrische Stoßbeanspruchung im allgemeinen. Die Theorie einer einfachen Stoßanordnung mit Zündfunken wird eingehend entwickelt und die verschiedenen Stoßerregerschaltungen verglichen. Im Anschluß daran schildert Dr.-ing. Marx die Stoßprüfungs-Anlage in der Porzellanfabrik Hermsdorf und das Verfahren der Massenprüfungen von Isolatoren durch Stoßbeanspruchung. Eine Zusammenstellung von Richtlinien für die Durchführung von Stoßprüfungen schließt sich an und mag vielleicht die Grundlage für eine spätere Normung des Stoßprüfungsverfahrens durch den V. d. E. abgeben, wobei allerdings dahingestellt bleiben muß, inwieweit eine derartige scharfe Prüfung mit Rücksicht auf die betriebsmäßigen Beanspruchungen der Isolatoren erforderlich ist. (W. 96) Rdl.

Theorie der Durchström-Turbine. Von Erwin Sonneck, Ing. 55 Seiten mit 24 Abbildungen; Berlin, Jul. Springer, 1923.

Der Verfasser behandelt in der vorliegenden Schrift die Theorie der Banki-Turbine, welche er als Durchström-Turbine bezeichnet, von zum Teil neuartigen Gesichtspunkten aus. Nach einer kurzen Durchrechnung auf Grund der von Banki angegebenen Theorie unter Vernachlässigung der Schaufeldicken und unter Verwendung der Banki'schen kreisbogenförmigen Schaufeln wird ein, den Theorien von Banki entsprechend entworfenes Rad nachgerechnet. Von Interesse erscheint hierbei die Berücksichtigung des Einflusses der endlichen Schaufelstärke, wodurch ein Ueberdruck im Spalt zwischen Austrittsschnauze und Laufrad eintritt und dadurch Spaltverlust entsteht. Um dem abzuhelfen, schlägt der Verfasser den Einbau von Wänden genau berechneter Dicke in den Leitradstrahl vor. Der Verfasser verläßt die kreisbogenförmige Schaufel gleicher Dicke zugunsten einer etwa als Grenzturbinenschaufel zu bezeichnenden, an beiden Enden verdünnten Schaufelform, so daß der Strahl ungezwungen den Zellenraum vollständig ausfüllt; diese Schaufelform dürfte auch den praktischen Vorteil haben, den Festigkeitsrücksichten besser angepaßt zu sein. Manche Einzelheiten, wie die drehbare Leitschnauze der Abb. 3 oder die Begrenzung der Leerlaufdrehzahl durch eine Fangwand (Abb. 1 und Seite 51) sind auch anderweitig schon versucht worden. Manches in dem Büchlein beruht auf Annahmen und Voraussetzung von Zahlenbeiwerten, mit deren dort nicht bewiesener Richtigkeit auch die daraus gezogenen Schlußfolgerungen stehen oder fallen. Die Schrift gibt selbstverständlich noch keine abgeschlossene Theorie der Banki-Turbine (es ist nicht recht verständlich, weshalb der eingebürgerte Name „Banki-Turbine" durch eine neue Bezeichnung ersetzt werden



ZEISS

Neuer

Theodolit

mit

gemeinsamer Ablesung
selbsttätiger Mittelung
u. optischem Mikrometer

Höhe: 200 mm

Auskunft auf Anfrage

CARL ZEISS JENA

Ausführliche Druckschrift „Geote 63" kostenfrei

Digitized by Google

mußte, die auch nicht gerade glücklich gewählt erscheint, denn bei wohl jeder Turbine, ausgenommen die Pelton-Turbine, strömt das Wasser durch die Turbine hindurch, eher wäre vielleicht noch „Verbund-Turbine" zu sagen). Immerhin gibt die Schrift manche bemerkenswerte Hinweise für weitere Arbeiten und hier wird wohl der planmäßig durchgeführte Versuch zum Ausbau und zur Nachprüfung der entwickelten Theorien und insbesonders der angenommenen Konstanten einsetzen müssen, wie ja jede Turbinenart ebenfalls erst durch den planmäßigen Versuch zur heutigen Vollkommenheit gelangt ist. Ueber konstruktive Einzelheiten enthält die vorliegende Schrift nichts. Wenn man auch, wie erwähnt, nicht mit allen Darlegungen des Verfassers einverstanden sein kann, und wenn in manchem zu sehr die Verdienste des eigentlichen Schöpfers dieser Turbinenart, Professor Banki — nicht auf Patentschriften kommt es an, sondern darauf, wer vielleicht alte Gedanken erstmals in eine brauchbare Form bringt —, hinter dem Namen Sonneck zurückgedrängt erscheinen, so erscheint doch die Polemik, welche dem Büchlein in Form von „Bemerkungen" seitens des Banki-Konzerns beigefügt werden, zu weitgehend. Eine Entgegnung, welche das Andenken eines verstorbenen Hochschullehrers von Ruf wie Budau in einer Weise, wie in diesen „Bemerkungen" herabsetzt, ist nicht wissenschaftlich und es ist gerechtfertigt, sich der Kritik über nicht wissenschaftliche Entgegnungen zu enthalten. (W.108.)

Rdl.

Ing. Donato Spataro, Professore d'Idraulica nella R. Scuola d'Ingegneria in Palermo. Trattato completo di Idraulica teorica e sperimentale (le base fisiche dell'Idromeccanica). Milano 1915—1924, Ulrico Hoepli, 3 Bde mit 2577 S., 1568 Abb.

Während wir uns darauf zu beschränken pflegen, die Hydraulik vom Standpunkte des Ingenieurs oder allenfalls des Mathematikers zu betrachten, sieht Prof. Spataro in ihr — gewiß nicht mit Unrecht — einen Zweig der Experimentalphysik. Er widmete daher einen großen Teil seines eben vollendeten Werkes der Darlegung der physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeiten und geht mehr als andere Verfasser bei Vorführung der hydraulischen Gesetze und Formeln auf die Versuche ein, welche sie bewahrheitet haben. Dieser Tendenz gemäß bespricht er im ersten Band die kennzeichnenden Merkmale der Flüssigkeiten, deren molekulare Beschaffenheit und Elastizität, die in ihnen auftretende elastische Nachwirkung, ihre Zähigkeit, Oberflächenspannung, Kohäsion und Adhäsion, die Kapillarität, die Tropfenbildung, den Strahl, und läßt er im zweiten Band den hydrostatischen Gesetzen von Pascal und Archimedes eine geschichtliche Darstellung folgen, deren Inhalt durch die Namen von Forschern wie Huygens, Newton, Mariotte, Guglielmini (neben denen er noch viele andere anführt) angedeutet werden möge. So zu Daniel Bernoulli gelangt, bringt er dessen Gesetz und seine Anwendungen im weitesten Umfange vor, d. h. einschließlich der Bewegung in sich allmählich oder plötzlich verengenden oder erweiternden Röhren nebst den einschlägigen Messungen von Weisbach an bis zu den neuen von Archer, Gaskell, Gibson, Skinner-Entwistle und Zur Nedden. Er schließt daran die allmählichen und plötzlichen Richtungsänderungen mit den Versuchen von Weisbach, Freeman, Hampel, Grether, Eustice, Camerer, Pfarr-Lell usw. bis Puppini, ferner die Vereinigung der Strömungen (mit Versuchen von Gibson) und die Stromteilung. Die analogen Vorgänge in offenen Gerinnen bestehen in den Stau- und Senkungskurven, für welche der Verfasser wesentlich den Entwickelungen Boudins folgt, im Abfluß durch Engen oder über Sohlenhügeln, im Wassersprung, bei dem der Zusammenhang mit der Entstehung einer Walze nach Johnson und Kennison wiedergegeben ist. Die Wirkung von Stufen, Steinblöcken, Pfeilern, Bühnen, Richtungsänderungen usw. ist in gleicher Ausführlichkeit behandelt. Einiges über Wirbel im freien Lauf, an Pfeilern und Buhnenköpfen bildet den Schluß des Bandes. — Der dritte Band ent-

SIEMENS-SCHUCKERT
Siemensstadt bei Berlin

Entwurf, Ausführung und Übernahme in Generalunternehmung des baulichen, mechanischen und elektrischen Teiles von

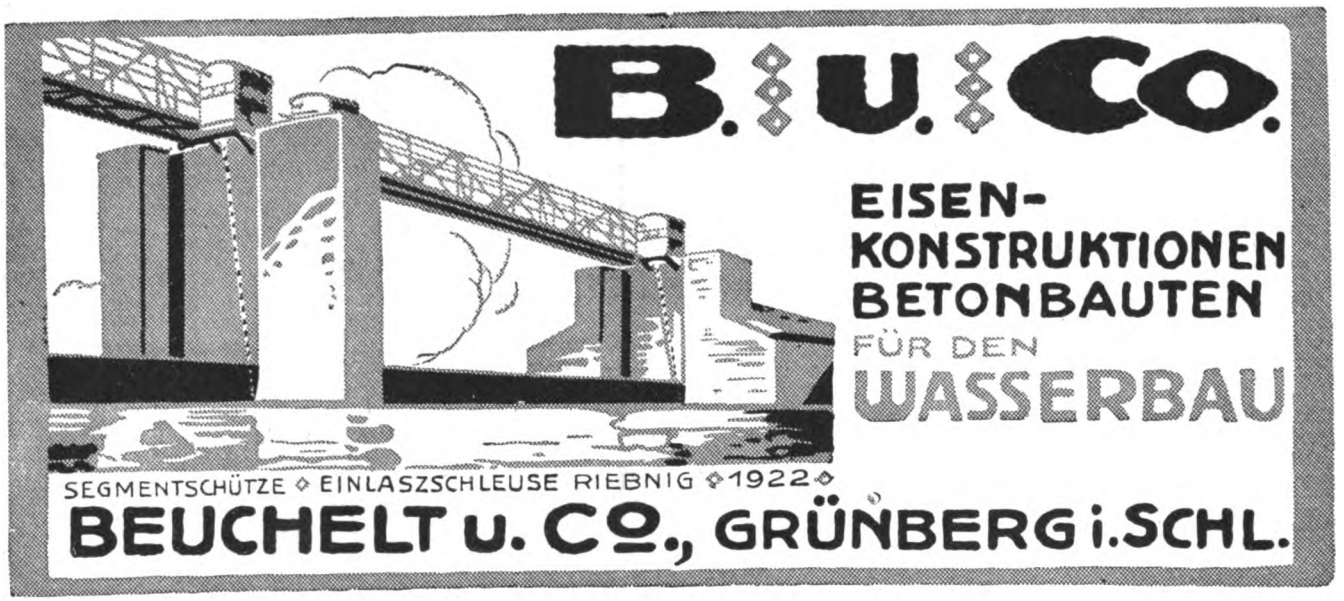
WASSERKRAFT-ANLAGEN

Grundwasserabsenkung, Torkretbau, Gußbeton, Tiefbauten jeder Art und Größe auf Grund langjähriger Erfahrungen

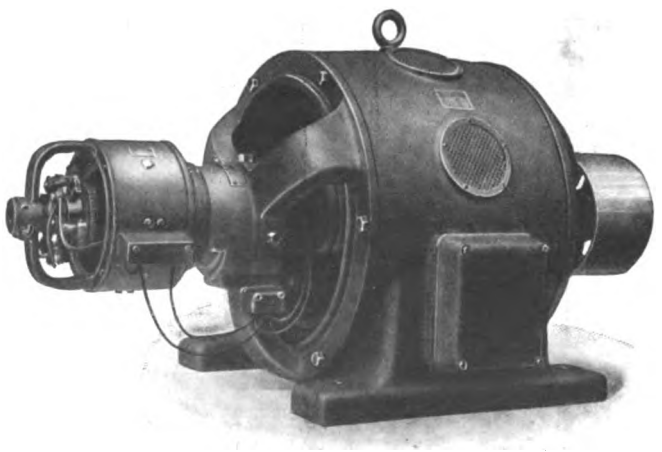
SIEMENS-BAUUNION
G. M. B. H. Kommanditgesellschaft
Berlin SW 11 Schönebergerstraße 3—4 Siemenshaus

Digitized by Google

hält die Lehre von der Reaktion und dem Druck strömenden Wassers auf seine Leitung, sowie die hydraulischen Grundlagen des Turbinenbaues. Dann wird der Strahldruck unter Anführung der Versuchsergebnisse von Mariotte bis Gibson und der Widerstand des Wassers gegen bewegte Körper einschließlich des Schiffswiderstandes, dieser u. A. nach W. u. R. E. Froude, Doyère, de Mas, Engels-Gebers, erörtert. Ein Abschnitt über den Strömungsdruck der Luft, der bis zur Beschreibung der Göttinger Aerodynamischen Versuchsanstalt und den dort von Prandtl erzielten Ergebnissen vorschreitet, bildet den Schluß des Werkes. Der Verfasser ist zu beglückwünschen, daß es ihm möglich war, die gewaltige Arbeit zu vollenden, deren großer Umfang aus der vorangehenden Besprechung trotz ihrer Gedrängtheit hervorgehen dürfte. Er hat sein Ziel, ein vollständiges Bild der Entwicklung und des heutigen Standes des von ihm behandelten Gebietes zu geben, nach Menschenmöglichkeit erreicht und jeder, der sein Buch liest, wird viel aus seinem reichen Inhalt lernen, Neues und Altes. (W. 102.) Forchheimer.



BAYERISCHE
ELEKTRICITÄTS-WERKE A.-G.
Fabrik **LANDSHUT** (Bayern)



DREHSTROM-GENERATOREN

zum Antrieb durch Wasserturbinen

(die Generatoren werden
für die bei Durchgang der Turbinen in Frage
kommende maximale Drehzahl-
erhöhung geprüft)

Sehr günstige Liefermöglichkeiten! Verlangen Sie bitte unser Preisblatt 14!

Telegramme: ELEKTRA Landshut (Bayern) Telefon: Landshut 56, 124, 175; München 23707, 23706

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 13 | **München, 1. Juli 1924** | **19. Jahrgang**

I. Welt-Kraft-Konferenz.

London, 30. Juni — 12. Juli.

Die im Rahmen der britischen Reichsausstellung abzuhaltende Konferenz verdankt ihre Entstehung der Initiative der englischen Elektro-Industrie.

Die sehr rege Beteiligung aus allen Weltteilen verspricht sie sehr interessant zu gestalten, vor allem auch im Hinblick auf die Fragen der Wasserkraftnutzung, denen ein großer Teil der Sitzungen und der dem Kongreß vorgelegten Druckschriften gewidmet ist.

Das Programm der Konferenz umfaßt folgende Abteilungen, die wiederum in viele Unterabteilungen zerfallen:

I. Kraftquellen;
II. Krafterzeugung (in erster Linie Wasserkraft);
III. Kraftverteilung;
IV. Kraftverwertung;
V. Wirtschaftliche und rechtliche Fragen.

An Druckschriften liegen der Konferenz 416 Arbeiten aus 27 Ländern vor; auch Deutschland, das erst nachträglich zur Teilnahme aufgefordert wurde, ist gut vertreten, es seien hier nur die Mitarbeiter unseres Blattes: Ministerialrat Krieger, Professor Thoma sowie die Namen Klingenberg, Lawaczeck, Matschoß genannt.

Von bedeutenden Vertretern des außerdeutschen, europäischen Wasserkraft- und Elektrisierungswesens finden sich im Verzeichnis der Referate noch unter Anderen:

Aus Oesterreich: das Bundesministerium f. Handel und Verkehr, Ministerialrat Dr. Hruschka (Bahnelektrisierung), Oberbaurat Innerebner (Wasserkraftwesen), Direktor Kallir (Kraftübertragung), Prof. Schaffernak (Einfluß von Kraftwerken auf die Flüsse).

Aus Italien: Omodeo (Erzeugung hydro-elektr. Energie als Nationalproblem), Ucelli (Entwicklung des ital. Wasserturbinenbaues).

Aus Schweden referieren u. a. über Wasserkraftwesen, Ausbau der Wasserkräfte und die Probleme des Turbinen- und Energiespeicherungswesens: Hansen, Ekwall, Westerlind, Berg, Prof. Dahl, Nylander, Dr. Ruths, Rossander.

Norwegen ist auf diesen Gebieten u. a. vertreten durch Rogstad, Kristensen, Sandberg, Larsen.

Von den vorliegenden Schriften behandeln 54 ausschließlich Fragen der Wasserkraftnutzung, die auch in vielen andern, so vor allem den Vorlagen zur Abteilung I, weitgehende Berücksichtigung finden.

Von 41 Sitzungen sind 5 in den ersten Tagen der Konferenz der Wasserkraft gewidmet.

Wir haben zu dieser Konferenz einen Sonderberichterstatter entsandt und hoffen schon in der nächsten Nummer mit dem Bericht beginnen zu können. (W. 129.)

Die Schriftleitung.

Trinkwasserkraftwerk an der Talsperre der Stadt Plauen i. V.[1])

Von Wasserwerksdirektor Dr. Ing. Lemberg, Plauen.

Die sprunghafte Entwicklung der Stadt Plauen, deren Einwohnerzahl von 56 000 im Jahre 1895 auf 74 000 im Jahre 1900 anstieg und die vor Ausbruch des Krieges bereits 125 000 Einwohner zählte, stellte das städt. Wasserwerk in rascher Aufeinanderfolge vor große Erweiterungsnotwendigkeiten. Als schließlich die im Jahre 1896 in Betrieb genommene 3. Grundwasserleitung aus dem etwa 14 km entfernten Bergener Waldgebiet den in sie gesetzten Erwartungen nicht entsprach, die rasche Entwicklung der Stadt und der Industrie jedoch immer größere Anforderungen an die Wasserversorgung stellte, entschloß man sich nach eingehenden Erwägungen zur Errichtung einer Talsperre zum ausschließlichen Zwecke der Trinkwasserbeschaffung für die Stadt. In dem oberhalb des Ortes Bergen sich stark verengenden Tal des Geigenbaches bot sich eine geradezu ideale Möglichkeit zur Errichtung einer Sperrmauer, die Beschaffenheit des Geigenbachwassers und die geringe Besiedelung des in Frage kommenden Niederschlagsgebietes ließen Bedenken vom hygienischen Standpunkte aus nicht aufkommen. Da auch geologisch alle Voraussetzungen für eine sichere Gründung des Bauwerkes gegeben waren, wurden die Bauarbeiten im Herbst 1903 in Angriff genommen und so gefördert, daß der Anstau am 16. Juli 1909 beginnen konnte.

Die Sperrmauer, die ein Niederschlagsgebiet von 14,3 qkm beherrscht, ist auf den durch den Bergener Granit umgewandelten Tonschiefer des äußeren Granitkontakthofes gegründet, als Baustoff stand der Schiefer des Kontakthofes, ein dickplattiges, festgeschlossenes Gestein von großer Witterungsbeständigkeit und Härte an der Baustelle zur Verfügung. Die größte Mauerhöhe beträgt 41,90 m, die Länge der Mauerkrone 275 m, die größte Wassertiefe mißt etwa 35 m, die größte überstaute Fläche 30,1 ha. Bei Vollwasserspiegel enthält der so geschaffene Stauraum eine Wassermenge von 3,3 Mill. cbm. Die Mauer ist in der üblichen Weise gekrümmt mit einem Halbmesser von 300 m für die luftseitige Kronenlinie. Kronenbreite 4 m, Stärke des Mauerfußes 34,2 m.

Niederschlagsgebiet.

Die Teilniederschlagsgebiete I—IV (siehe Uebersichtsplan) enthalten 30 Gehöfte mit etwa 270 Einwohnern, also etwa 25 Einwohner auf 1 qkm, im Teilgebiet V dagegen wohnen etwa 830 Menschen in 55 Gehöften, d. s. im Durchschnitt 237 Menschen je qkm. Diese Verschieden-

[1]) Vgl. auch: Vernichtung und Ausnutzung überschüssigen Arbeitsvermögens. Von Ing. C Reindl. Diese Z. 1922, H. 16, S. 294; Wasserkraftwerke in Wasserversorgungsanlagen. Derselbe. Z. f. d. ges. Turbinenwesen 1919, H. 27—31; Kraftanlage in der Trinkwasserversorgung von Los Angeles, Cal., E. & M. 1922, H. 1, S. 5; desgl. in San Francisco, ds Z. 1922, H. 10, S. 392; Agrandissement de l'Usine hydro-electrique de Sublin s./Bex, par J. Virchaux, Bull. techn. de la Suisse romande 1915, 25. Jan.; über italienische Anlagen solcher Art (darunter Genua seit ca. 30 Jahren) s. Wasserkraftwirtschaft und Großwasserkraftausbau in Italien, von Dr.-ing. Keller, Deutsche Wasserwirtschaft 1923, H. 8, S. 117.

Digitized by Google

artigkeit der Besiedelungsdichte hat seinerzeit dazu geführt, das Wasser aus dem Gebiet V von der Trinkwasserversorgung vollständig auszuschließen und oberhalb des Trinkwasserbeckens einen besonderen Stauweiher zu errichten, um die bedenklichen Wässer zu sammeln und unter Schonung der Trinkwasservorräte zur Befriedigung der mehr oder minder berechtigten Ansprüche zu verwenden, die von den unterhalb der Sperre liegenden Gemeinden und Triebwerksbesitzern erhoben wurden. Die Größe des Einzugsgebietes betrug sonach:

für die Trinkwasserbecken (Gebiet I, II, III, IV) 10,8 qkm
für den Betriebswasserweiher (Gebiet V) 3,5 qkm

der Vorkriegszeit derartigen Zwergwasserkräften nur geringe Beachtung, während von Laienseite die Wasserkraft erheblich überschätzt wurde. Ein weiteres Hemmnis für den Ausbau der Kraftanlage war auch die Scheu, das der Stadt zuzuführende Trinkwasser vorher durch Maschinen laufen zu lassen, in denen es unter Umständen mit Oel und Schmierstoffen in Berührung kommen und geschmacklich leiden könnte. Diese Befürchtung war nach den bisherigen Betriebserfahrungen durchaus unbegründet.

Nachdem die städt. Körperschaften von der Zweckmäßigkeit des Ausbaues dieser Wasserkraft überzeugt werden konnten, wurde der Bau in den Jahren 1921 und

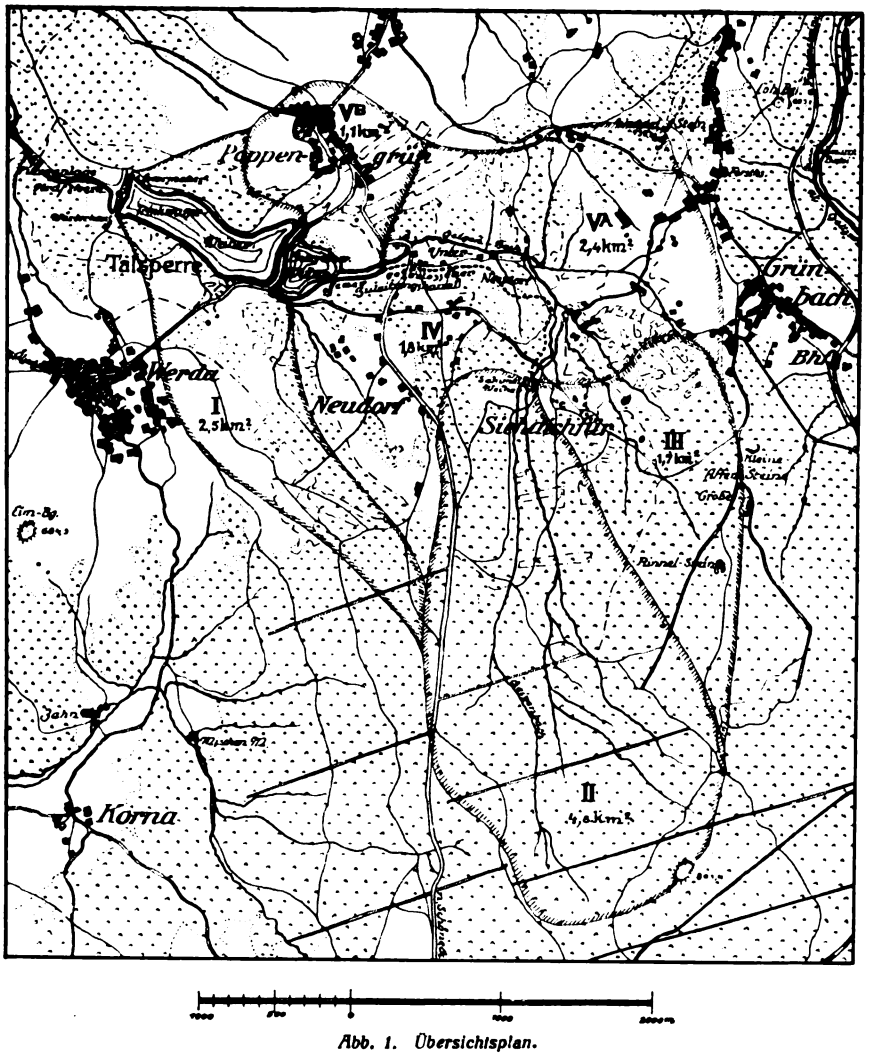


Abb. 1. Übersichtsplan.

Das Wasser aus dem Teilgebiet II wurde durch einen besonderen Abfangweiher bei Siehdichfür gesammelt und durch einen teils geschlossenen, teils offenen Kanal um den Betriebswasserweiher herum dem Trinkwasserbecken zugeführt.

Grundlegende Erwägungen.

Obwohl die Talsperre lediglich für Zwecke der Trinkwasserbeschaffung errichtet wurde, dachte man doch schon während des Baues daran, die dem Wasser inne wohnende Kraft zur Erzeugung elektrischer Energie auszunutzen. Dieser Plan kam jedoch nicht über das Stadium der Erwägungen hinaus, weil die zu gewinnende Kraft doch recht bescheiden genannt werden muß und weil in der Vorkriegszeit für die geringe Energiemenge schwer ein Abnehmer zu finden war. Selbst Fachleute schenkten in

1922 durchgeführt; die fertige Anlage konnte am 12. Oktober 1922 dem Betrieb übergeben werden.

Vom technischen Standpunkte aus war zunächst die Frage zu beantworten, ob und in welcher Weise auch das Wasser des Betriebswasserweihers vorteilhaft zur Kraftgewinnung herangezogen werden kann. Trinkwasser- und Betriebswasserbecken besitzen im Wasserwerksbetriebe dauernd eine verschiedene Höhenlage ihrer Wasserspiegel. Dieser Umstand würde zunächst darauf hinweisen, für iedes Becken eine besondere Turbine aufzustellen, umsomehr, als in diesem Falle auch die Unterwasserspiegel der Turbinen verschieden hoch eingestellt werden könnten. Während nämlich der Unterwasserspiegel für die Trinkwasserturbine so hoch liegen muß, daß noch genügend Gefälle zu den Wasserreinigungsanlagen übrig bleibt, könnte die

Digitized by Google

Betriebswasserturbine weiter talabwärts verlegt werden, etwa in die Nähe der Filteranlage, womit für das Betriebswasser ein Gefällgewinn von einigen Metern verbunden wäre. Die Unzweckmäßigkeit einer derart in zwei Teile getrennten Anlage ergab sich aus folgender Ueberlegung:

An das Trinkwasserbecken waren nach der ursprünglichen Planung der Talsperre die Teilniederschlagsgebiete I—IV mit 10.8 qkm Fläche anzuschließen, während das ganze Teilgebiet V von 3.5 qkm Größe in den Betriebswasserweiher entwässern sollte. Bei restloser Benützung der dem Trinkwasserbecken zufließenden Wassermenge für Trinkwasserzwecke bleiben für die Entschädigung der Unterlieger nur die Wasser aus dem Teilgebiete V bzw. aus dem Betriebswasserbecken zur Verfügung, das sind etwa 52 Ltr./Sek. nutzbarer mittlerer Jahresabfluß. Diese Wassermenge würde den Bedürfnissen der Unterlieger genügen, wenn sie gleichmäßig tagaus tagein abgegeben werden könnte, wozu ein Ausgleichsbecken von 900 000 bis 1,5 Mill. cbm Inhalt erforderlich wäre. Das Betriebswasserbecken mit höchstens 320 000 cbm Fassungsraum reicht für diesen Zweck nicht aus, das angeschlossene Gebiet V ist also, um einen vollkommenen Jahresausgleich zu erzielen, für den Stauweiher zu groß.

Die Gründe für den Ausschluß des Teilgebietes V vom Trinkwasserbecken lagen seinerzeit ausschließlich in seiner zu dichten Besiedelung. Eingehendere Studien ergaben nun, daß die Besiedelung nicht gleichmäßig über diese Fläche verteilt ist, daß vielmehr von den insgesamt 3,5 qkm etwa 2,4 qkm so wenig Ansiedelungen besitzen, daß der Anschluß dieses kleinen Teiles an das Trinkwasserbecken unbedenklich erfolgen kann.

Schon während der Planbearbeitung für das Kraftwerk wurde diese Umstellung im Niederschlagsgebiet vorgenommen, obwohl die Wasserreinigungsanlagen gerade zu dieser Zeit wegen vorzunehmender Ausbesserungen unter ungünstigen Bedingungen arbeiten mußten und obgleich das Staubecken wegen der Vornahme von Taucherarbeiten zum erheblichen Teil abgesenkt war. Die Ergebnisse der in der Zeit des Frühjahrshochwassers ausgeführten bakteriologischen Untersuchungen des Roh- und Reinwassers zeigten, wie erwartet wurde, so günstige Ergebnisse, daß die Unbedenklichkeit des Anschlusses dieses Teiles aus Gebiet V bewiesen war. In das Betriebswasserbecken entwässert also nur mehr ein ganz kleines Gebiet von 1,1 qkm Größe, so daß es seine bisherige Bedeutung zum größten Teil verloren hat. Die Vorteile dieser Umstellung im Niederschlagsgebiet bestehen in einer wesentlichen Mehrproduktion von Trinkwasser, außerdem wird dadurch die Anlage zweier räumlich getrennter Kraftwerke vermieden und eine wesentliche Vereinfachung des Betriebes erreicht, weiterhin können die Vorteile des größeren Trinkwasserausgleichbeckens für die gesamten zu Trink- und Kraftzwecken nutzbar zu machenden Wassermengen Anwendung finden. Die Turbinen erhalten also ihr Betriebswasser ausschließlich aus dem Trinkwasserbecken.

Ermittelung der Abflußmengen.

Etwa 600 m unterhalb der Sperrmauer, in unmittelbarer Nähe des Filterhauses wurde i. J. 1903 in den Geigenbach ein selbstregistrierendes Meßwehr eingebaut, das die dort zum Abfluß kommenden Wassermengen seit dem Jahre 1904 aufzeichnet. Die Auswertung der Messungsergebnisse erfolgte nach der Formel:

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2\,g \cdot h},$$

$$\text{wobei } m = 0.435 + 0{,}212 \cdot \left(\frac{h}{h+w}\right)^2$$

Es bedeuten: b = Wehrbreite = 4,20 m
w = Wehrhöhe = 0,79 m

Der Koeffizient wurde durch Versuche ermittelt.

Die Jahresergebnisse der ersten vier Jahre vor dem Anstau sind in Uebersicht A und B zusammengestellt und ausgewertet.

Uebersicht A.

Abflußzahlen des Geigenbachs am Fuchsloch.

Höhenlage des Niederschlagsgebietes: 550 bis 800 m über NN
Größe „ „ 14.9 qkm.

Kalender Jahr	Niederschlagshöhe mm	Jahresabflußmenge Mill/cbm insges.	je 1 qkm	Abflußzahl in % des Niederschlags	Von der Jahresmenge kamen zum Abfluß Mill/cbm % der Jahresmenge als Niedrigwass. (an 90 Tagen)	als Hochwasser (an 90 Tagen)	als Mittelwass. (an den übrigen Tag.)
1905	1209	8.377	0.560	46.4	0,2990 / 3.6 %	5.0875 / 60.6 %	2.9905 / 35.8 %
1906	1122	7.982	0.580	47.7	0.5175 / 6.5 %	4.3590 / 54.6 %	3.1055 / 38.9 %
1907	937.9	7.473	0.500	53.5	0.2370 / 3.2 %	4.9425 / 66.2 %	2.2935 / 30.6 %
1908	1096.2	6.268	0.420	38.4	0.2000 / 3.2 %	3.6525 / 58.2 %	2.4155 / 38.6 %
Mittel aus 1905-08	1091.3	7.525	0.506	46.3	0.3135 / 4.1 %	4.5105 / 59.6 %	2.7040 / 36.3 %

Uebersicht B.

Kalenderjahr	Mittlere Jahresabflußmenge cbm/Tag	sl	sl/qkm	Größtes Mittelwasser (an 90 Tag. überschr.) sl / % d. mittl. Jahresmenge	Kleinstes Mittelwasser (an 90 Tag. unterschr.) sl / %	Größtes Hochwasser sl / %	Kleinster Abfluß sl / %
1905	22950	265	17.8	340 / 128%	69 / 26 %	1512.5 / 566 %	2 / 0.75 %
1906	21868	253	17	322 / 127%	90 / 35.6%	1717.4 / 678 %	16.4 / 6.5%
1907	20474	237	15.9	313 / 132%	53 / 22.4%	1564.6 / 660 %	6.6 / 2.8%
1903	17178	199	13.8	280 / 140%	56 / 28 %	1131.7 / 568%	3.2 / 1.6%
Mittel aus 1905-1908	20602	239	16	314 / 131%	67 / 28 %	1717.4 / 716%	2.0 / 0.84%

Die am Geigenbachmeßwehr beobachteten Abflußmengen stimmen natürlich nur bis zum Beginne der Anstauung mit den tatsächlichen Abflußmengen überein. Für die Zeit nach dem Anstau sind deshalb die Abflußmengen aus einer Gegenüberstellung der jeweiligen Stauinhalte, der aus dem Trinkwasserweiher entnommenen Wassermengen und den Abflußmengen am Meßwehr ermittelt worden; besondere Meßeinrichtungen für die Zuflüsse zu den beiden Staubecken waren schwer anzuordnen. Ein Beispiel für die für die einzelnen Jahre durchgeführten Monatsberechnungen gibt die Uebersicht C für das Jahr 1918.

Auf diese Weise wurden die Abflußmengen der einzelnen Monate und Jahre von 1904—1919 einschließlich ermittelt. Die so gewonnenen Zahlen ergaben bis zum Beginn des Anstaues Ende Mai 1909 die natürlichen Abflußmengen und von da ab die durch die Verdunstung an den Oberflächen der beiden Stauweiher und durch Versickerung beeinflußten, d. h. verminderten Abflußmengen an. Mit diesen verminderten Abflußmengen kann jedoch nur gerechnet werden, sie sind deshalb im Gegensatz zu den natürlichen als nutzbare Abflußmengen bezeichnet worden.

Digitized by Google

Uebersicht C.

Berechnung der nutzbaren monatlichen Abflußmengen des Geigenbaches am Meßwehr für das Jahr 1918

Monat	Trinkwasser-Weiher: Stauinhalt am Monat. Ende	Inh.-Veränderung	Entnahme für Wasserzwecke: nach der Stadt Trinkw.	in d. Geigenb. unterhalb d. Messwehrs: Filterprobe	Spülwasser	gesamte Entnahm.	Abfluß-Wert 1	Betriebswasser-Weiher: Stauinhalt am Mon.-Ende	Inhalts-Veränderung	Abflußmengen am Geigenbachmeßwehr	Abfluß-Wert 2	Demnach betr. die nutzbaren Abflußmengen 1+2: im Ganzen	I. Durchschnitt sl
	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	
1.1.18.	2 134 000							93 000					
Jan.	2 418 000	+284 000	123 430	1 018	14 586	139 934	+423 000	353 000	+260 000	303 000	563 000	986 000	368
Febr.	2 649 000	+231 000	105 620	824	13 231	119 675	+351 000	384 000	+ 31 000	348 000	379 000	730 000	302
März	2 756 000	+107 000	118 600	716	18 836	138 142	+245 000	364 000	— 20 000	262 000	242 000	487 000	182
April	2 779 000	+ 23 000	120 900	722	14 715	136 337	+159 000	364 000	+ 0	173 000	173 000	332 000	128
Mai	2 677 000	—102 000	136 170	880	33 533	170 583	+ 69 000	268 000	— 96 000	151 000	55 000	124 000	46
Juni	2 528 000	—149 000	143 330	936	18 344	162 710	+ 14 000	144 000	—124 000	165 000	41 000	55 000	21
Juli	2 593 000	+ 65 000	134 390	1 146	19 367	155 403	+220 000	223 000	+ 79 000	185 000	264 000	484 000	181
Aug.	2 636 000	+ 43 000	136 530	986	20 767	158 868	+201 000	357 000	+134 000	179 000	313 000	514 000	190
Sept.	2 754 000	+118 000	134 660	1 174	18 034	153 868	+272 000	305 000	— 52 000	424 000	372 000	644 000	248
Okt.	2 769 000	+ 15 000	137 680	864	18 906	157 450	+172 000	345 000	+ 40 000	214 000	254 000	426 000	159
Nov.	2 666 000	—103 000	159 030	1 012	22 705	182 747	+ 80 000	275 000	— 70 000	196 000	126 000	206 000	79
Dez.	3 074 000	+408 000	156 760	964	26 284	184 008	+592 000	382 000	+107 000	485 000	592 000	1184 000	442
1918		+940 000	**1607 100**	11242	239 808	**1858 150**	2 798 000		+289 000	**3085000**	3374000	**6172000**	**196**

Uebersicht D.

Durchschnittswerte der natürlichen Abflußmengen nach den letzten 4 Jahren vor dem Austau.

(Zahlen bedeuten 1000 cbm.)

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahressumme
565	469	1302	1197	611	407	719	447	464	453	346	545	7 525

Durchschnittswerte der nutzbaren Abflußmengen nach den ersten 10 Jahren nach dem Anstau.

802	574	935	816	497	391	466	422	385	407	475	828	7 005

Es ergibt sich aus den letzten vier Jahren vor dem Anstau eine mittlere natürliche Abflußmenge von 7 525 000 cbm/Jahr oder 239 l/Sek. und aus den ersten 10 Jahren nach dem Anstau eine mittlere nutzbare Abflußmenge von 7 005 000 cbm/Jahr oder 222 l/Sek. Der Unterschied von 520 000 cbm/Jahr oder 16.5 l/Sek. ist zum Teil auf den Unterschied in den Niederschlagsmengen der gleichen Zeitabschnitte, zum größeren Teil aber auf die an den Wasseroberflächen verdunsteten Wassermengen zurückzuführen. Nach Beobachtungen an anderen Staubecken schwankt die jährliche Verdunstungshöhe je nach Lage und Witterung zwischen 600 und 1000 mm und die monatliche Verdunstungshöhe zwischen 0 und 168 mm. Für das Gebiet der Geigenbachtalsperre liegen Verdunstungsmessungen nicht vor, es kann aber mit einiger Sicherheit die jährliche Verdunstungshöhe für das verhältnismäßig geschützt liegende Trinkwasserbecken mit 800 mm und für das weniger geschützt liegende Betriebswasserbecken mit 900 mm angenommen werden. Für den Trinkwasserwirtschaftsplan, der rückwirkend für die Jahre 1901—1919 aufgestellt wurde, war die Reduktion der vor dem Anstau gemessenen natürlichen Abflußmengen erforderlich, um zu den nutzbaren Abflußmengen zu gelangen, damit bezüglich der tatsächlichen Leistungsfähigkeit Trugschlüsse vermieden werden. Bei der Berechnung des Wasserverlustes infolge Verdunstung sind die ungünstigsten Verhältnisse gefüllte Becken und demnach die Staufläche für das Trinkwasserbecken mit 300 000 qm und für das Betriebswasserbecken mit 100 000 Quadratmeter angenommen worden.

Die Verdunstungswerte der einzelnen Monate sind nach der Uebersicht E in Rechnung gestellt worden.

Nach diesen Unterlagen aus den 15 Jahren 1905 bis mit 1919 wurde die nutzbare mittlere Jahresabflußmenge mit 7 045 000 cbm ermittelt. Bei der Größe des Niederschlagsgebietes für das Geigenbachmeßwehr von 14,9 qkm ergibt sich demnach eine nutzbare mittlere Jahresabflußhöhe von 473 mm. Die nutzbare kleinste Abflußmenge innerhalb Jahresfrist wurde vom 1. Juni 1911 bis 31. Mai 1912 mit 2 679 000 cbm festgestellt. Das Verhältnis zwischen Abflußmenge und Niederschlag ist aus der Uebersicht F ersichtlich:

Bemerkenswert ist der große Unterschied der Niederschlagshöhen der beiden Beobachtungsstellen in Werda und Siehdichfür, die nur 3000 m auseinander liegen. Die Höhenlage der Regenmesser beträgt in Werda 598,35 m über NN. in Siehdichfür 646,32 m über NN. Sehr verschieden fallen die Abflußzahlen aus, je nachdem man die Regenhöhe der einen oder der anderen Beobachtungsstelle der Berechnung zu Grunde legt. Man sieht hieraus, welche Bedeutung der Auswahl der Regenbeobachtungsstelle zukommt und welche Trugschlüsse entstehen können, wenn man in Ermangelung genauer Wassermessungen auf Schätzungen angewiesen ist und wenn man diesen Schätzungen die Abflußzahlen anderer Niederschlagsgebiete mit ähnlichen topographischen und klimatischen Verhältnissen zugrunde legt. Abflußzahlen ohne gleichzeitige genaue Bezeichnung der der Berechnung zugrunde gelegten Regenbeobachtungsstationen, wie diese vielfach in der Literatur zu finden sind, halte ich für vollkommen wertlos, ja für schädlich.

In der letzten Spalte der Uebersicht F habe ich die Abflußzahlen angegeben unter Zugrundelegung des arithmetischen Mittels aus den Meßergebnissen der beiden Regenmesser. Ich weiß, daß diese Berechnung anfechtbar ist, denn die durchschnittliche Niederschlagshöhe des gesamten Gebietes entspricht zweifellos nicht dem arithmetischen Mittel aus den beiden Beobachtungen, bei der

Uebersicht E: Verdunstungswerte.

	Jan. cbm	Febr. cbm	März cbm	April cbm	Mai cbm	Juni cbm	Juli cbm	August cbm	Sept. cbm	Okt. cbm	Nov. cbm	Dez. cbm	im Jahr cbm	
Trinkw.-Weiher . . .	4 000	2 000	18 000	24 000	40 000	35 000	36 000	32 000	22 000	16 000	9 000	2 000	240 000	= 800 mm
Betriebsw.-Weih. . .	2 000	1 000	7 000	9 000	15 000	13 000	13 000	12 000	8 000	6 000	3 000	1 000	90 000	= 900 mm
zus.:	6 000	3 000	25 000	33 000	55 000	48 000	49 000	44 000	30 000	22 000	12 000	3 000	330 000	

Digitized by Google

Uebersicht F.

Jahresabflußmenge und deren nähere Bezeichnung	Abfluß-höhe	Niederschlagshöhe			Abflußverhältnis für		
		Beobachtungsstelle		Mittel aus beiden Stellen	Werda	Siehdichfür	Das Mittel v. beiden Stellen
	mm	Werda mm	Siehdichfür mm	mm	v. H.	v. H.	v. H.
Natürliche Jahresabflußmenge Mittelwert aus den Jahren 1905—08 . . . . . = 7 525 000	505	890	1293	1091	56.8	39	46.3
Natürliche Jahresabflußmenge abgeleiteter Mittelwert für 1905—15 . . . . . = 7 463 000	501	883	1265	1074	56.7	39.6	46.7
1905—19 . . . . . = 7 375 000	495	902	1195	1048	54.9	41.5	47.2
Nutzbare Jahresabflußmenge Mittelwert aus den Jahren 1910—15 . . . . . = 7 138 000	479	887	1241	1064	54.0	38.6	45.0
1910—19 . . . . . = 7 005 000	470	906	1155	1030	51.8	40.7	45.6
Nutzbare Jahresabflußmenge abgeleiteter Mittelwert für 1905—15 . . . . . = 7 133 000	479	883	1265	1074	54	38	44.6
1905—19 . . . . . = 7 045 000	473	903	1195	1048	52	40	45.2
Nutzbare Jahresabflußmenge festgestellte Mindestmenge f. d. Z. 1 6. 11.—31. 5. 12. . . = 2 679 000	180	592	818	705	30.4	22	25.5

geringen Ausdehnung des in Frage kommenden Gebietes von nur 14,9 qkm, jedoch halte ich dies für unbedenklich.

Verteilung der Abflußmengen auf die einzelnen Teilniederschlagsgebiete.

Die für das Geigenbach-Meßwehr ermittelten Abflußmengen stammen aus dem für die Meßstelle ermittelten Niederschlagsgebiet von 14,9 qkm Größe. Dem Trinkwasserbecken sind nunmehr angeschlossen:

Teilgebiet I, II, III und IV	mit	10,8 qkm,
ein Teil des Gebietes V	mit	2,4 qkm,
zusammen also		13,2 qk,m
dem Betriebswasserweiher verbleiben		1,1 qkm,
Gebiet unterhalb der Sperrmauer		0,6 qkm,
zusammen:		14,9 qkm.

Bei der geringen Ausdehnung des Niederschlagsgebietes kann mit genügender Genauigkeit angenommen werden, daß die Abflußmengen der einzelnen Teilgebiete etwa im gleichen Verhältnis zu einander stehen wie die Flächengrößen.

Die nutzbare mittlere Abflußmenge im Durchschnitt aus den Jahren 1905 bis mit 1919 beträgt demnach:

für das Trinkwasserbecken 6 230 000 cbm/Jahr,
für die übrigen Gebiete 815 000 cbm/Jahr.

Wie schon erwähnt, bleibt der gegenwärtige Bedarf an Trinkwasser noch weit hinter der tatsächlichen Leistungsfähigkeit der Talsperre zurück, so daß also in den nächsten Jahrzehnten wasserwirtschaftlich die dauernde Bereitstellung der erforderlichen Trinkwassermengen keine Sorgen bereiten wird, daß vielmehr den Bedürfnissen des Kraftbetriebes in weitgehendstem Maße Rechnung getragen werden kann. Unter dieser Voraussetzung darf mit Sicherheit angenommen werden, daß für die Kraftgewinnung mindestens 6 Millionen cbm/Jahr zur Verfügung stehen. (W. 23) (Forts. folgt).

Graphische Bemessung von Werksgräben

Von Zivilingenieur Dr. Armin Schoklitsch, Privatdozent in Graz

Für die Berechnung des Durchflusses durch weite Werksgräben hat Ph. Forchheimer[1]) auf Grund vieler bekannter, sowie eigens ausgeführter eigener Messungen die Gleichung

$$U = 1/n \cdot J^{0.5} R^{0,7} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

(U = mittlere Geschwindigkeit, J = Spiegelgefälle, R = Profilradius und n = Rauhigkeit nach Ganguillet und Kutter) empfohlen. Bezeichnet F den durchströmten Querschnitt und P den benetzten Umfang, so fließt in der Zeiteinheit durch den Querschnitt die Menge

$$Q = UF = 1/n \cdot J^{0,5} \frac{F^{1,7}}{P^{0,7}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Diese Beziehung sei nun dazu benützt, um auf einfache Weise die Abmessungen eines Werksgrabens von bestimmter Querschnittsform und gegebenem Durchfluß Q graphisch zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wird zum gewünschten Querschnitt ein geometrisch ähnlicher in anderem Maßstabe derart hergestellt, daß irgend eine charakteristische Länge dieses Querschnittes, z. B. Sohlenbreite, Spiegelbreite oder Wassertiefe 1 m mißt; dieser Querschnitt sei Einheitsquerschnitt genannt. Beim Gefälle $J = 1$ würde ihn gemäß Gl. (1) die Wassermenge

$$q_1 = 1/n \cdot \frac{f_1^{1,7}}{p_1^{0,7}} = 1/n \cdot R_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

durchströmen. Beträgt das Gefälle in diesem Einheitsquerschnitte nun J (statt wie früher 1) so durchläuft ihn

$$q_J = q_1 J^{0.5} = 1/n \cdot R_1 J^{0,5} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

und durch den für den Durchfluß Q zu bemessenden geometrisch ähnlichen Werksgraben, in dem die charakteristische Strecke „1 m“ des Einheitsquerschnittes δmal so groß ist, fließt, wie leicht einzusehen ist

$$Q = 1/n \cdot J^{0,5} \frac{f_1^{1,7} \cdot \delta^{1,7\ 2}}{p_1^{0,7} \delta^{1,7}} = 1/n \cdot J^{0,5} R_1 \delta^{2,7} \quad . \quad . \quad (5)$$

[1]) Der Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben, insbesondere Werksgräben großer Abmessungen. Berlin, 1923.

Digitized by Google

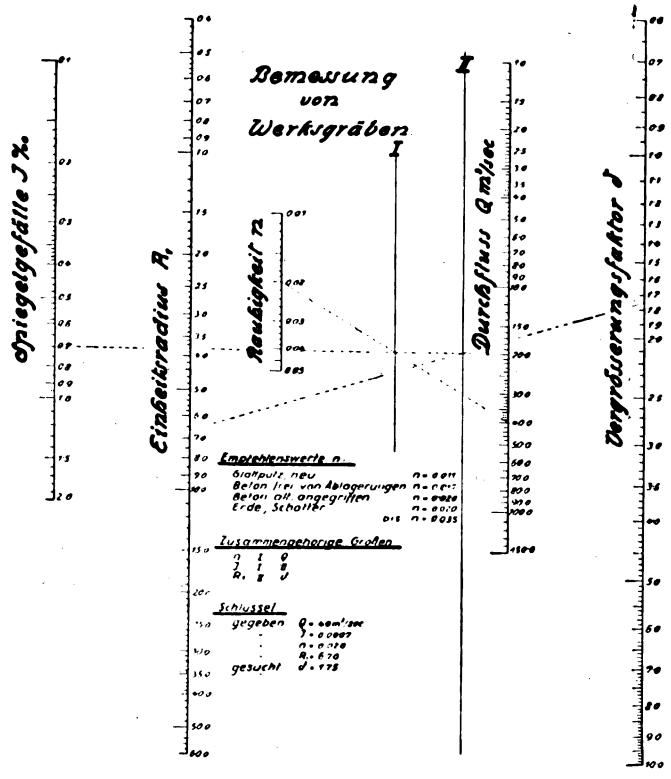


Abbildung 1.

führende Beschaffenheit des benetzten Umfanges, also das n aus obiger Tabelle, ferner die Querschnittsform und das gewünschte Füllungsverhältnis beim Durchflusse Q festzulegen. Zu dieser Querschnittsform wird ein Einheitsquerschnitt gezeichnet und dessen Einheitsradius

$$R_1 = \frac{f_1^{1,7}}{p_1^{0,7}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

berechnet und weiter im Nomogramm Abb. 1 in der durch den eingezeichneten Schlüssel angedeuteten Weise der Faktor δ abgelesen, mit dem man die Abmessungen des Einheitsquerschnittes zu multiplizieren hat, um auf den gesuchten Querschnitt, der nun vollständig bestimmt ist, zu kommen.

Um noch die Ermittlung des R_1 zu erleichtern, sind in Abb. 2 für Trapezquerschnitte verschiedener Böschungsneigung die R_1 bei verschiedenen Füllungen graphisch dargestellt; hiebei ist im Einheitsquerschnitte stets die Sohlenbreite gleich 1 m gesetzt, so, daß also der Faktor δ im Nomogramm der Abb. 1 unmittelbar die Sohlenbreite des gesuchten Querschnittes in Metern angibt. Für anders geformte Einheitsquerschnitte kann der Einheitsradius R_1 leicht im Nomogramm Abb. 3 abgelesen werden.

Anwendungsbeispiel: Für den Durchfluß $Q = 40$ m³/sec. beim Spiegelgefälle $J = 0{,}0007$ soll ein trapezförmiger Querschnitt bemessen werden: Neigung der Böschungen 1 : 1, Wassertiefe gleich der doppelten Sohlenbreite. $n = 0{,}020$. Das Füllungsverhältnis ist (Wassertiefe : Sohlenbreite) daher gleich 2, hiezu gehört nach Abb. 2 $R_1 = 6{,}70$ und es ergibt sich im Nomogramm $\delta = 1{,}75$; der gewünschte Trapezquerschnitt hat demnach die Sohlenbreite von 1,75 m und kann nun ohne weiteres gezeichnet werden. (W. 49.)

Für n empfiehlt Forchheimer auf Grund seiner umfangreichen Untersuchungen für

glattes Holzgerinne, Zementputz . . .	$n = 0{,}011$	$1/n = 91$
Beton, frei von Ablagerungen	$n = 0{,}017$	$1/n = 59$
Beton, alt und angegriffen	$n = 0{,}020$	$1/n = 50$
künstl. Werksgräben in Erde u. Schotter	$n = 0{,}023$ bis $0{,}035$	$1/n = 44$ bis 29

Soll nun für den Durchfluß Q und das Spiegelgefälle J ein Querschnitt bemessen werden, so ist vor allem die auszu-

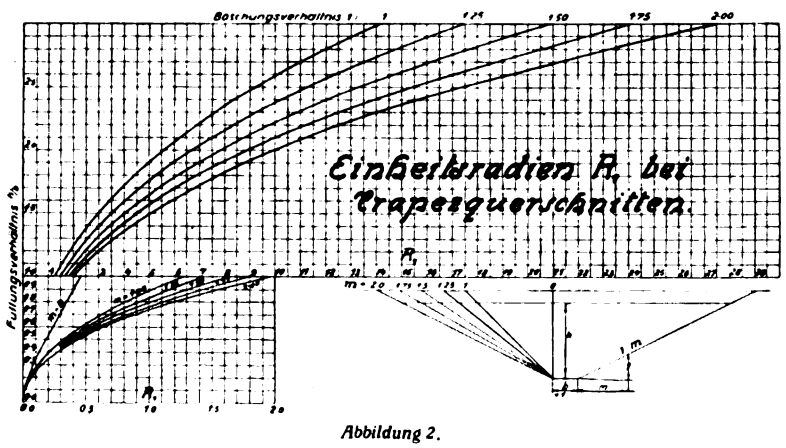


Abbildung 2.

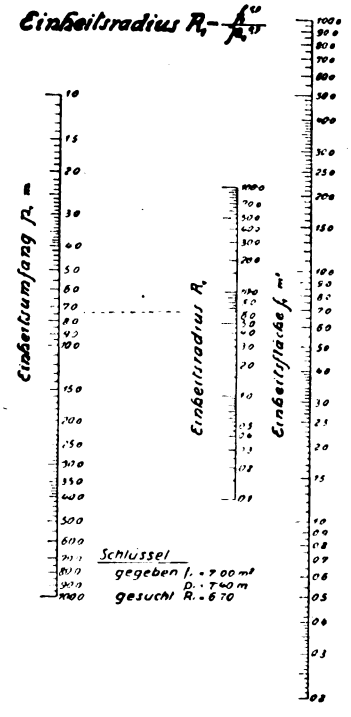


Abbildung 3.

Digitized by Google

Über die Verwendungsmöglichkeit des Turbinenabstellers

Von Dipl.-Ing. Paul Leffler.

Selbst unter Fachleuten findet man noch heute die Ansicht vertreten, daß die Arbeitsmaschinen sämtlicher auf ein gemeinsames Netz arbeitenden Wechselstrom-Generatoren einer Geschwindigkeitsreglung bedürfen, damit ein Außertrittfallen, Pendeln usw. vermieden wird. Daß ein gleichmäßiges Aufnehmen der im Leitungsnetz auftretenden Belastungsschwankungen durch sämtliche an der Stromerzeugung beteiligten Generatoren nicht notwendig ist, ja sogar zuweilen direkt schädlich wirken kann, möge folgendes Beispiel zeigen:

Eine speicherfähige Wasserkraftanlage und ein Laufwerk arbeiten auf ein gemeinsames Netz. Die mit einem Oeldruckgeschwindigkeitsregler ausgerüsteten Turbinen des Laufwerkes sind soweit geöffnet, daß sie das gesamte zulaufende Wasser verarbeiten, ohne daß der Oberwassenspiegel abgesenkt wird. Tritt nun in dem Netz eine plötzliche größere Belastungszunahme ein, so müßte, wenn eine gleichmäßige Aufnahme der Mehrbelastung durch die angeschlossenen Aggregate erreicht werden soll, auch die Turbine des Laufwerks weiter aufgedreht werden. Das würde aber eine Absenkung des Oberwasserspiegels und als Folge davon einen Verlust an Energie bedeuten. Im allgemeinen verhindert bei Laufwerken ein Oberwasserschwimmer, mit dem die modernen Oeldruckregler ausgerüstet sind, ein weiteres Aufdrehen, wenn das zulaufende Wasser bereits voll ausgenützt ist. In unserem Beispiel muß also die speicherfähige Anlage allein die gesamte Mehrbelastung aufnehmen. Es findet also keine „Geschwindigkeitsregelung" der Turbine des Laufwerkes statt. Daß unter solchen Umständen aber kein Außertrittfallen usw. einzutreten braucht, dürfte nach den in der Praxis gemachten Erfahrungen außer Frage stehen. Was für Belastungszunahme gilt, hat zweifellos auch für die Belastungsabnahme seine Gültigkeit.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Es ist nicht erforderlich, daß — Parallelbetrieb vorausgesetzt — die Antriebsmaschinen sämtlicher an ein gemeinsames Netz angeschlossenen Generatoren mit Geschwindigkeitsregelung arbeiten. Notwendig ist, daß jeweils soviel Aggregate mit Geschwindigkeitsregelung laufen, daß durch dieselben die in Betracht kommenden Belastungsschwankungen aufgenommen werden können.

Zweifellos kann bei Parallelbetrieb auf den Einbau von Geschwindigkeitsreglern bei denjenigen Laufwerken verzichtet werden, deren gesamte Stromerzeugung ständig abgenommen wird. Aber auch bei Laufwerken, die Belastungsspitzen übernehmen müssen und bei speicherfähigen Anlagen sind, soweit mehrere Turbinen vorhanden sind, für diejenigen Turbinen, die ständig zur Deckung der Grundbelastung laufen müssen, Geschwindigkeitsregler nicht erforderlich. Dagegen ist in diesen Fällen eine Sicherheitsvorrichtung (Turbinenabsteller) vorzusehen, die verhindert, daß die Turbinen bei Kurzschluß, Außertrittfallen, Riemenbruch usw. durchgehen.

Möge z. B. in einem Leitungsnetz, auf das ein Laufwerk von insgesamt 5000 kW Leistung und eine speicherfähige Anlage arbeiten, der Kraftbedarf nachts auf 2500 kW sinken, so würde es vollauf genügen, wenn im Laufwerk, das mit fünf gleich großen Turbinen angenommen wird, zwei Turbinen einen Geschwindigkeitsregler erhalten und die restlichen drei mit einem Turbinenabsteller ausgerüstet werden. Sobald die geregelten Turbinen bis zu einem gewissen Maß zugedreht sind, kann selbsttätig eine der nicht geregelten Turbinen durch ihren Turbinenabsteller geschlossen werden.

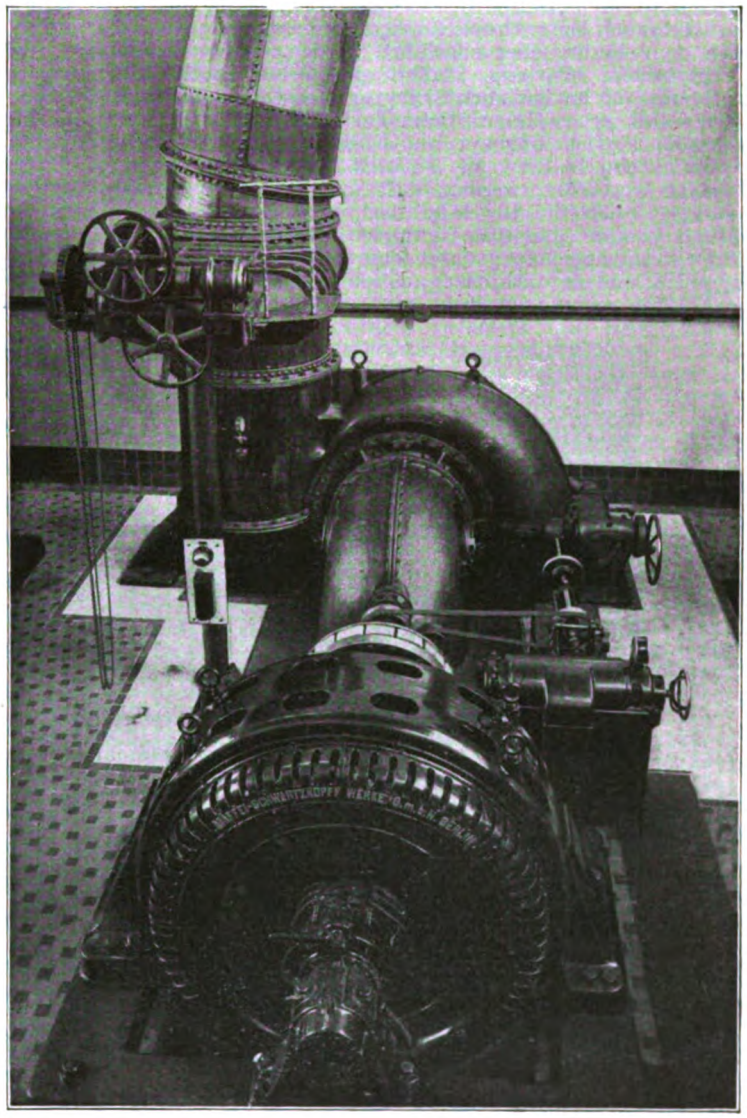


Abb. 1. Turbinenabsteller der Reglerwerke G.m.b.H. im staatl. Kanalpumpwerk in Minden.

Daß sowohl bei Synchron- wie bei Asynchron-Generatoren unter den oben gegebenen Voraussetzungen ein Antrieb ohne Geschwindigkeitsregelung möglich ist, mögen folgende Beispiele aus der Praxis zeigen:

1. Staatliches Kanalpumpwerk in Minden: ein Asynchron-Generator; Antriebsmaschine eine Turbine von 750 PS.
2. Städt. Betriebswerke in Hannover; ein Synchron-Generator: Antriebsmaschinen zwei Turbinen mit zusammen 800 PS.

Beide Anlagen arbeiten ohne Geschwindigkeitsregler, sind aber zum Schutz gegen ein Durchgehen mit einem Turbinenabsteller der Reglerwerke G. m. b. H. in Einbeck ausgerüstet.

Der Ersatz des Oeldruckreglers in allen Fällen, wo keine selbsttätige Geschwindigkeits- oder besser Leistungsregelung notwendig ist, bringt unter anderem folgende Vorteile mit sich:

Die Anschaffungskosten des sehr viel einfacheren und daher auch mit einer höheren Betriebssicherheit arbeiten-

Digitized by Google

den Turbinenabstellers betragen nur ein Bruchteil der für den entsprechenden Oeldruckregler aufzuwendenden Kosten. Aber auch die Betriebsergebnisse werden günstig beeinflußt. Vor allem fällt der beim Geschwindigkeitsregler durch den Antrieb der Oelpumpe bedingte, dauernde Kraftverbrauch beim Absteller weg, und die ersparte Energie kann dem Verbraucher zugeführt werden. Weiter wären die einfachere Wartung, Fortfall des Oelverbrauchs und der Abnützung im Turbinen-Leitapparat, sowie im Oeldruckregler selbst zu erwähnen. Beim Turbinenabsteller ist beim normalen Betrieb nur ein auf Kugeln gelagertes Pendel in Umlauf zu halten. Als Nachteil könnte zunächst der Umstand angesehen werden, daß mit dem Geschwindigkeitsregler auch die Regelung nach dem Wasserstand in Fortfall kommt. Bei dem normalen Oeldruckregler dient die Oeffnungsbegrenzung durch den Oberwasserschwimmer vor allem, um zu verhindern, daß bei Belastungszunahme die Turbine weiter aufgedreht wird, als es der Wasserstand zuläßt. Fehlt der Geschwindigkeitsregler, so hört auch das Bestreben zum Oeffnen auf, und eine Aenderung der Beaufschlagung der Turbine ist nur erforderlich, wenn sich der Wasserzufluß ändert. Falls nicht eine gesetzwidrige Behinderung der Vorflut stattfindet, wird es im allgemeinen ein leichtes sein, die geringen Schwankungen mit der Handregulierung auszugleichen.

Die Anforderungen, die man an einen in erster Linie als Sicherheitsvorrichtung wirkenden Turbinenabsteller stellen muß, sind vor allen Dingen unbedingte Betriebssicherheit und eine große Schließgeschwindigkeit, damit auch bei plötzlicher Entlastung der vollbeaufschlagten Turbine eine möglichst geringe Tourenüberschreitung eintritt.

Bei den zunächst mit Federkraft und Gewichten als Antriebsmittel gemachten Versuchen stellten sich Schwierigkeiten in der Zusammenarbeit mit der Handregulierung heraus. Man ist daher jetzt wohl allgemein dazu übergegangen, die Handregulierung für die Schließbewegung zu verwenden unter Ausnützung der Kraft der Turbine. Die große auf diese Weise zur Verfügung stehende Energie ermöglicht es, bei Anwendung geeigneter Uebersetzungsverhältnisse mit den kürzesten Schließzeiten zu arbeiten.

Da die Turbine auch nach der Beendigung der Schließbewegung infolge des in ihr und dem Generator vorhandenen Drehmomentes zunächst noch mit erheblicher Geschwindigkeit umläuft, ist es zur Vermeidung von Bruchgefahr erforderlich, die eingeleitete Schließbewegung kurz vor ihrer Beendigung zu unterbrechen.

Diese Unterbrechung der Schließbewegung, die bei jedem nach den oben gegebenen Grundsätzen durchgebildeten Absteller unbedingt erforderlich ist, ist den Reglerwerken G. m. b. H. durch D.R.P. 336 550 geschützt. Ein weiteres Patent, D.R.P. 339 207, erwarb dieselbe Firma darauf, daß die Unterbrechung durch einen Vorgang im Absteller selbst erzielt wird. Dadurch wird eine besondere Verbindung mit der Schließvorrichtung der Turbine mittels Drahtzug oder dgl. vermieden, die leicht zu Störungen Anlaß geben kann und den Einbau in bestehende Anlagen erschwert. In Oesterreich sind die beiden Patente im Patent 89 082 zusammengefaßt.

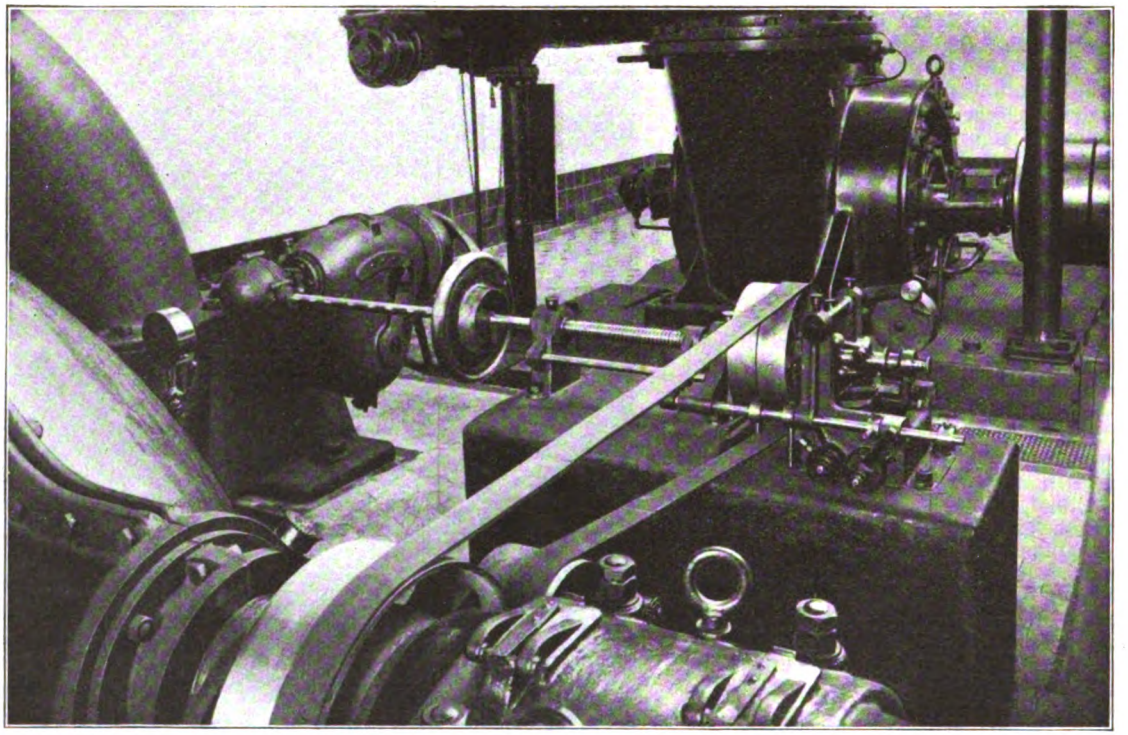


Abb. 2. Turbinenabsteller der Reglerwerke G. m. b. H.

Die Versuche der oben genannten Firma haben ergeben, daß, falls nicht das Erfordernis vorliegt, in Rücksicht auf den Wasserstoß in Rohrleitungen die Schließgeschwindigkeit herabzusetzen, bei voller Beaufschlagung und plötzlicher totaler Entlastung die maximale Tourenüberschreitung unter 25% liegt. Es ist daher ohne weiteres möglich, eine mit einem leistungsfähigen Turbinenabsteller ausgerüstete Turbine durch Herausreißen des Schalters vom Schaltbrett der Zentrale aus zu schließen.

Das neuerdings immer mehr hervortretende Bestreben, die Abfallenergien der vielen kleinen und mittleren Wasserkraftanlagen, die vielfach nur 48 Stunden in der Woche ausgenützt werden, dem Netze der Ueberlandwerke zuzuführen und so der Volkswirtschaft zu retten, dürfte dem Turbinenabsteller ein großes Absatzgebiet eröffnen. Die in Betracht kommenden Wasserkraftanlagen sind meist nicht mit Geschwindigkeitsreglern ausgerüstet. Eine Beschaffung derselben wird in vielen Fällen die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues zum Elektrizitätswerk gefährden. Die sehr viel billigeren Turbinenabsteller werden sie ersetzen und, wie oben gezeigt, zu günstigeren Betriebsergebnissen führen.

Digitized by Google

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Baufortschritte in Oesterreich. Bei den in Oesterreich in Bau befindlichen Großwasserkraftwerken hat der April und Mai wesentliche Fortschritte gebracht.

Am 21. April wurde beim Forstseewerk der Stollen im Wasserentnahmeschacht durchschlagen, sodaß nach Einbau der Rohrleitung in den Stollen und Vorgetriebe des kurzen Verbindungsstollens bis zum Seegrund die Wasserüberleitung durch das Kraftwerk zum Wörther-See erfolgen kann.

Am 24. April wurde beim Bärenwerk der Salzburger A.-G. für Elektrizitätswirtschaft an der Fuscher-Ache der Stollen bei Fährleiten durchgeschlagen. Der Durchschlag fand, der Bedeutung des Ereignisses im Rahmen der Landes-Elektrizitätsversorgung entsprechend, in feierlicher Weise in Gegenwart des Bundeskanzlers Dr. Seipel und weiterer hervorragender Persönlichkeiten statt. Das Bärenwerk nutzt die Fuscher-Ache, einen Nebenfluß der Salzach aus der Glocknergruppe mit einem Einzugsgebiet von 69 km², mit 2,2 m³/sec. Wassermenge im Jahresmittel aus einem nutzbaren Gefälle von 275 m aus. Aus dem Werk wird dem Lande Salzburg eine Jahresarbeit von 40 Millionen kWh zufließen.

Am 10. Mai wurde beim Teigitsch-Werk der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. der Stollen durchgeschlagen. — Es sei kurz wiederholt, daß dieses Werk mit einem Tages-Ausgleichs-Becken von 300 000 m³ Nutzinhalt unter Ausnutzung eines Gefälles von rund 240 m im vollen Ausbau 45 000 PS installierte Leistung aufweisen und eine Jahresarbeit von 52 Millionen kWh leisten wird.

Wenn man dazu noch in Betracht zieht, daß Ende Mai bereits der regelmäßige elektrische Betrieb aller Züge auf der Arlbergbahn von Innsbruck bis Landeck durchgeführt war und außerdem die Probefahrten mit elektrischen Lokomotiven bereits bis Langen ausgedehnt waren, also der Arlbergtunnel elektrisch durchfahren wurde, muß man anerkennen, daß die Elektrisierung sowohl des Landes wie der Bahnen trotz der heute erschwerenden Umstände in Oesterreich mit bemerkenswerter Raschheit vor sich geht.

Das Wäggitalkraftwerk. Ende April ist die erste Stauung am Wäggitalkraftwerk vorgenommen worden. Der untere Druckstollen ist dem Programm gemäß fertiggestellt, beim oberen Stollen schreiten die Arbeiten nach einer, durch das Auftreten durch Grubengas sowie einem Einbruch verursachten Störung, ebenfalls programmäßig weiter. Im Kraftwerk Siebnen (vgl. diese Zeitschrift 1923, Heft 23/24, S. 309) ist die erste Turbine montiert und die Generatoren-Montage begonnen; mit der Inbetriebsetzung von je zwei Maschinensätzen mit rund 22 000kW im unteren und oberen Werk im Winter 1924/25 und einer damit möglichen Energielieferung von 20—25 Millionen kWh, sowie mit einer wesentlichen Unterschreitung der Baukosten darf gerechnet werden. (W. 105.)

Der Bau der Jim-Falls-Wasserkraftanlage. In den Vereinigten Staaten ist im Mai 1923 eine Mitteldruckanlage[1]) in Betrieb genommen worden, die weniger wegen ihrer technischen und konstruktiven Durchbildung als vielmehr wegen der außerordentlich kurzen und für europäische Begriffe unerreichbare Bauzeit bemerkenswert ist. Es handelt sich um die Ausnutzung der Jim-Fälle des Chippewa-Flußes durch die Chippewa Power Co. in einer Anlage, die bei rund 18 m Nutzgefälle 14 400 PS, später 19 200 PS entwickelt. Das Abschlußbauwerk oberhalb der Fälle besteht aus zwei Flügeln in Dammschüttung mit Betonkern, zwischen denen die 70 m breite Hochwasserentlastungsanlage in Beton mit selbsttätigen Stauklappen liegt. Der die Fälle umgehende Oberwasserkanal ist nur 1,1 km lang und liegt zum Teil im Anschnitt, zum Teil im Auftrag. Von dem in einfachster Form in Eisenbeton ausgebildeten, mit einem Freifluter versehenen Wasserschloß führen drei 4,2 m weite und 10 mm starke Druckrohre in etwa 65 m Länge zum Krafthaus. Diese Rohre wurden aus den gebogen angelieferten Blechen auf der Baustelle zusammengenietet, sie sind in 65 cm Abstand mit aufgenieteten Versteifungswinkeln verstärkt. Nach der Druckprobe wurden sie zur Verringerung der Temperaturunterschiede mit Erde überschüttet mit einer Deckhöhe von 60 cm über den Scheiteln. An jedes Druckrohr ist eine Spiralturbine mit vertikaler Welle und Propellerlaufrad angeschlossen, die bei 138½ Umdr./min. 4800 PS leistet. Die Saugrohre der Turbinen sind aus Stahlblech und zeigen gerade, vertikale Ausbildung. Die direkt gekuppelten Generatoren erzeugen Dreiphasenstrom von 60 Perioden und 2300 Volt Spannung. Das Krafthaus steht dicht am Flußufer, ein Unterwasserkanal ist nicht vorhanden. Krafthaus und Wasserschloß wurden betoniert mit Hilfe eines Derricks, der zwischen beiden aufgestellt war.

Die Kürze der Bauzeit geht aus folgenden Angaben hervor. 30. Juni 1922 Unterzeichnung des Vertrages zwischen Bauherrschaft und Unternehmer; 10.—18. Juli Baustelleneinrichtung. Arbeitstage bis Ende März 1925 insgesamt 153 oder rund 6 Monate, wobei in Anbetracht der klimatischen Verhältnisse drei Tage der Monate Januar bis März gleich einem Normalarbeitstag gesetzt wurden. Am 11. April 1923 war der erste und am 23. April 1923 der letzte Generator montiert, trotz mancher unvorhergesehener Schwierigkeiten. So hatte man sich mangels genügender Vorarbeiten in den Felsmassen für den Aushub des Oberwasserkanals gehörig verschätzt, so daß man noch während der Ausführung von einem geplanten tiefen Profil mit 23,75 m Sohlenbreite zu einem flachen mit 47 m Sohlenbreite überging. Von Baggern, insbes. Löffelbaggern, wurde ausgiebig Gebrauch gemacht. Die Betonierarbeiten für Wasserschloß und Krafthaus wurden auch im Frost weitergeführt durch Anwärmen des Wassers und der Zuschlagstoffe und Beheizen der Bauteile bis nach dem Abbinden. Nur einmal ist eine Wand des Krafthauses durch Frost zerstört worden und eingestürzt, was immerhin dazu mahnt, diese Methoden nicht allzuweit zu treiben. (W. 84.)

Ge.

Eine Großwasserkraftanlage am Mamasa-Fluß auf Celebes. Über eine im Niederländischen Kolonialreich im Entstehen begriffene Wasserkraftanlage von ansehnlichem Umfang berichtet „Der Ingenieur" 1923, Nr. 35 v. 1. Sept.

Es handelt sich um die Ausnützung des Wassers des Mamasa-Flusses, eines der bedeutendsten Flüsse von Zentral-West-Celebes.

Die natürlichen Bedingungen dieses Flusses, die im Jahre 1920 durch zwei Expeditionen erkundet und festgelegt wurden, sind durch folgende zwei bemerkenswerte Eigenschaften charakterisiert: erstens, daß der genannte Fluß in seinem Mittellaufe in etwa 600 m Seehöhe nur rund 12—18 km in der Luftlinie von der Küste des Golfes von Mandar entfernt ist, und zweitens, daß der Fluß, nachdem er auf der genannten Strecke eine Hochebene als typischer Tieflandfluß durchflossen hat, bei den Garoegoe-Wasserfällen in 590 m Seehöhe plötzlich in ein sehr steiles Gefälle übergeht und in einem Laufe von nur 13 km einen Höhenunterschied von 500 m überwindet.

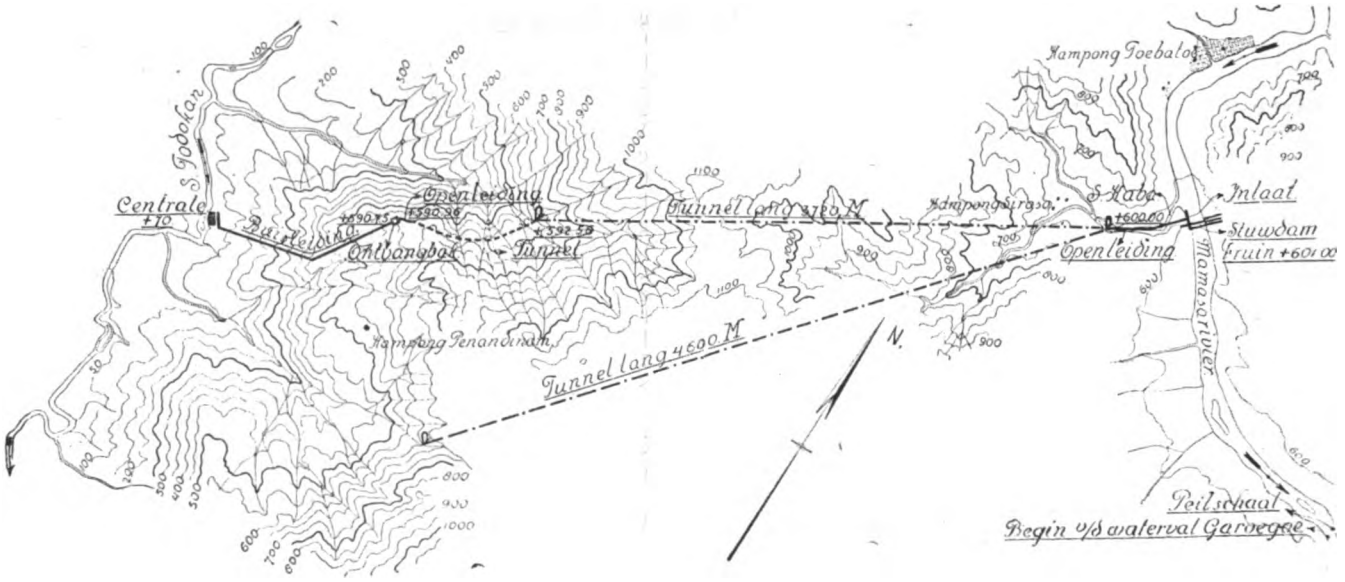
Hiermit waren von Natur aus die zwei in Betracht kommenden günstigsten Ausnützungsmöglichkeiten des Mamasa-Flusses für eine Wasserkraftanlage gegeben:

1. Ueberwindung der Wasserscheide zwischen Fluß und Küste mittels eines Stollenzuges und Nutzbarmachen des Gefälles bis annähernd zur Küste oder
2. Ausbau der 500 m hohen Gefällstrecke unterhalb der Garoegoe-Wasserfälle oder eines Teiles derselben.

Nach eingehenden Voruntersuchungen, die sich auch auf Art und Beschaffenheit des anstehenden Gebirges erstreckten, entschied man sich für das Projekt unter 1., weil dadurch der schwierige Transport der Maschinen usw. über die Wasserscheide hinweg vermieden wird, und weil dabei

[1]) Ing. News Record vom 14. Febr. 1924.

Digitized by Google



das Krafthaus nur etwa 8 km von der Küste entfernt zu liegen kommt.

Die Linienführung des in Angriff genommenen Projektes zeigt Abb. 1, die keiner weiteren Erläuterung bedarf. Das Krafthaus liegt am Todokan-Fluß, ungefähr 8 km oberhalb dessen Einmündung in das Meer.

Das Einzugsgebiet des Mamasa-Flusses beträgt an der Fassungsstelle rund 1300 qkm. Ueber die Abflußverhältnisse des Flusses geben Wassermessungen Aufschluß, die seit August 1920 mit einem selbstschreibenden Pegel dicht oberhalb der Garoegoe-Wasserfälle (s. Abb. 1) ausgeführt werden. Nach diesen Aufzeichnungen ist mit einer Mindestwassermenge von 23 cbm/Sek. (17,6 l/Sek./qkm!) und demgemäß bei rund 520 m Nutzgefälle mit einem Mindestkraftdargebot von 120 000 PS und einer 10monatlichen Kraft von 180 000 PS an der Turbinenwelle zu rechnen. Eine Vergrößerung dieser Kraft ist möglich durch Erstellen eines Speicherbeckens an der Fassungsstelle und durch Einbeziehen von 150 qkm eines Nebenflusses durch Beileitung.

Zunächst sollen nur 100 000 PS ausgebaut werden. Die Gestehungskosten für eine installierte PS sind mit 130 Gulden veranschlagt einschließlich der etwa 20 km langen Hochspannungsleitung nach dem Verbrauchszentrum an der Küste bei Polewali.

Für die bei Polewali bestehende beziehentlich noch anzusiedelnde Industrie wird bei 7000 Betriebsstunden im Jahr der Verkaufspreis für 1 kWSt nur rund $^1/_3$ Cent betragen. Mit diesem beachtenswert niedrigen Strompreis steht die Wasserkraftanlage des Mamasa-Flusses auf gleicher Stufe mit den besten skandinavischen Großwasserkräften, mit dem Unterschied, daß die Wasserkraft-Energiezentren Skandinaviens meist in abgelegenen, für die Ansiedelung von Industrie wenig geeigneten Gebirgsgegenden liegen, während im vorliegenden Falle die Energie dicht an der Meeresküste gewonnen wird, so daß sich die Industrie an der Bai von Polewali direkt am tiefen Fahrwasser ansiedeln kann.

Die Konzession für den Ausbau der Wasserkraft wurde im Mai 1923 an das N. V. Stickstoffsyndikat mit dem Sitz in Bandoeng vergeben, das die gewonnene Energie in erster Linie für die Gewinnung von Stickstoffdünger ausbeuten will. Reg.-Baumeister Gerstenberger, Dresden.

Weitere Ausnützung der Lechwasserkräfte. Unter Führung der Wirtschaftsbank Bayern A.-G. in München hat sich ein Konsortium gebildet zwecks Ausbau und Ausnützung der Lechwasserkraftstufe von Landsberg bis Prittriching. Der Wirtschaftsbank Bayern A.-G. ist die Projektierungskonzession unter den üblichen Vorbehalten seitens des Ministeriums erteilt, die Projektierungsarbeiten sind bereits in Angriff genommen worden. Man rechnet mit der Gewinnung einer Kraft von mindestens 25000 PS, die für die chemische Industrie ausgenützt werden soll.

Der Kohlenverbrauch Oesterreichs und seine Wasserkräfte. Einer in der „Montanistischen Rundschau" vom 15. Februar auf Grund amtlicher Unterlagen erfolgten Darstellung entnehmen wir folgende Angaben: Im Jahre 1922 wurden nach Oesterreich aus dem Ausland rund 5 800 000 t mineralische Brennstoffe eingeführt oder auf gute Steinkohle umgerechnet rund 5 000 000 t. Die eigene Förderung Oesterreichs betrug im Jahre 1922 3 276 000 t (fast ausschließlich Braunkohle) oder auf gute Steinkohle umgerechnet etwa 2 000 000 t. Der Kohlenverbrauch des Jahres 1922 beträgt sonach rund 9 076 000 t oder im gleichen Verhältnis umgerechnet 7 000 000 t. Bei normalen Wirtschaftsverhältnissen stellt sich der gesamte Kohlenbedarf Oesterreichs auf 16 233 000 t (verschiedene Kohlensorten) oder diese auf gute Steinkohle umgerechnet auf rund 12 000 000 Tonnen. Es kann jedoch der Brennstoffbedarf durch Wasserkraft ersetzt werden, wie folgende Aufstellung zeigt:

Verbrauchsgruppe:	Brennstoffbetrieb bei Vollbedarf	Ersparung durch Wasserkraft
	t im Jahr	
Verkehr (Bahnen usw.) .	4 (9) 320	2 800 000
Gas- u. Elektrizitäts-Werke .	1 399 200	600 000
Hausbrand	3 931 00)	—
Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft	6 2(6 280	4 500 00)
Zus.	**16 233 000**	**7 900 000**

Hiernach können also 7,9 Mill. Tonnen Brennstoffbedart normaler Zeiten durch Wasserkraft ersetzt werden. Nach der eingangs erwähnten Quelle ist dazu eine gesamte mittlere Kraftleistung von etwa 1 500 000 PS erforderlich, was einer Niederwasserkraft von 700 000 bis 800 000 PS gleichkommt. Oesterreich hat nach Abzug der bereits ausgenutzten Wasserkräfte noch eine ausnutzbare Leistung von 1 683 000 PS. Nach etwaigem Ausbau der Regulierung für die wasserarme Zeit kann hieraus mit einer Jahresmittelleistung von rund 3 000 000 bis 4 000 000 PS und einer Höchstleistung von 3 500 000 bis 5 000 000 PS gerechnet werden.

Wasserbau

Die Druckstollenversuche der schweizerischen Bundesbahnen. In der „Schweizerischen Bauzeitung" vom 5. und 19. Januar 1924 wird eingehend über die von den schweizerischen Bundesbahnen auf Grund der unangenehmen

Digitized by Google

Erfahrungen mit dem Ritom-Stollen veranlaßten Druckstollenversuche berichtet, welche besonders dadurch interessant sind, daß mit eigens geschaffenen Meßmitteln in vier verschiedenen Strecken des Druckstollens des Kraftwerkes Amsteg die elastische und bleibende Dehnung des Stollens, der Druckabfall infolge Wasserverluste und diese selbst, sowie Temperaturmessungen vorgenommen wurden. Jeder zum Versuch bestimmte Stollenteil von mindestens 20 m Länge wurde beiderseits durch ringförmige Betonwiderlager und zweiteilige kugelförmige eiserne Tore mit Mannloch dicht abgeschlossen. Der Druck konnte bis auf 51 m W.S. gesteigert werden und wurde an beiden Enden jeder Strecke durch schreibende Manometer registriert. Die zugeführte Wassermenge wurde teils mit Ueberfall, teils mit Wassermessern in den Zuleitungsrohren bestimmt, der Wasserverlust an den Toren mittels vorgelegter Sammelbecken und Meßgefäßen. Für die Dehnungsmessungen wurde von Amsler ein selbstschreibender Apparat konstruiert, bestehend aus 6 von einer Meßdose radial nach außen gehenden Fühlarmen, welche in der Dose Schreibstifte trugen und auf eine Schreibplatte die Ausweitung des Stollenprofils an der Auflagestelle des Fühlarmes in natürlicher Größe aufzeichneten. Die Auswertung der Aufzeichnungen geschah mit Hilfe eines Mikroskopes auf ein Tausendstel Millimeter. Für die Temperaturmessung wurde in der bereits ausgemauerten Versuchsstrecke in die Fugen zwischen dem Torkret-Verputz und der Betonauskleidung, zwischen dieser und dem Gestein, sowie im Felsen selbst in einer Tiefe von 7½ cm, 58 cm und 2½ m Thermometer eingebaut.

Die Versuche zeigten, daß in jeder Gesteinsart eine meßbare Nachgiebigkeit der Gesteinswandungen vorhanden war und daß diese bei 3.4 m Stollendurchmesser in hartem Biotitgneis etwa 5/100 mm, in gebrächem Serizitschiefer etwa 4/5 mm betrug. Die Abnahme und Zunahme des Stollendurchmessers mit steigendem und fallendem Druck erfolgt ohne merkbare zeitliche Verzögerung. Beim Verschwinden des Wasserdrucks bleibt eine dauernde Dehnung zurück. Beim harten Gestein ist die elastische Dehnung größer als bei gebrächem Gestein. Die Wasserverluste betrugen bei 35 m W.S. bezogen auf 1000 m² Stollenausbruchfläche in Biotitgneis 0,5—3 l/sec., in gutem Serizitschiefer 2—7 l/sec., in schlechtem Serizitschiefer 12 bis 23 l/sec. Bei den Probefüllungen zeigte sich, daß die Verlustwassermenge mit der Zeit abnahm und zwar bei dem fertigen Stollen bei 25—30 m W.S. von 0,53 auf 0,06 l/sec. je 1000 m² Ausbruchfläche. Die außerordentlich sorgfältigen und kostspieligen Versuche an einem ausgeführten Stollen vermögen selbstverständlich das Problem des Druckstollens nicht restlos zu klären und keine endgültige Lösung im Widerstreit der verschiedenen Theorien zu bringen, geben aber immerhin wertvolle Anhaltspunkte für ähnliche Bauten. — Erwähnt wird noch, daß der Barberine-Druckstollen (2,2 km lang, 4,4 m² Querschnitt, 72 m W.S. max. Druck), der bis auf ein 100 m langes Stück unverkleidet ist und Granit und Gneis durchfährt, bei 45 m Druck einen Wasserverlust von 5 l/sec. und bei 70 m Druck von 15 l/sec. zeigte. Der Klosters-Küblis-Stollen (10,6 km lang, im Bündnerschiefer liegend, zur Hälfte der Länge mit einfachem Gunitüberzug, zur Hälfte mit Betonauskleidung und armiertem Gunit) ergab bei 40 m W.S. praktisch keinen Wasserverlust. (W. 109.) Rdl.

Elektrochemie

Elektro-Chemie in Oesterreich. In der „Wasserwirtschaft" (Wien) 1924, Heft 5, berichtet Dr. Hoefft über die im Jahre 1924 in Betrieb kommenden österreichischen Wasserkräfte und über die Elektro-Chemie des Stickstoffs. Aus den Neuzugängen an Leistung ergibt sich eine Jahresdarbietung an Abfallstrom von etwa 250 000 000 kWh als das gegebene Produktionsmittel für die elektro-chemische Industrie. Oesterreich nützt derzeit für elektrochemische Zwecke nur etwa 30 000 PS aus gegenüber etwa 150 000 PS der Schweiz. Der Verfasser sieht als wichtigsten Zweig die Erzeugung von Kalzium-Karbid an,

Das große Spezialheft

Fortschritte im Wasserturbinenbau

erscheint am 15. Juli 1924 und bringt voraussichtlich u. a. eine Beschreibung über die gegenwärtig größten Pelton-Turbinen, über die Turbinen der Wasserkraftanlage von St. Tulle a. d. Durance, die Wasserkraftanlage Greisitz i. Schles., die Anlage Moyama in Japan etc., sowie eine Uebersicht über den derzeitigen Stand des Propeller- und Kaplan-Turbinenbaues in Europa und Amerika, ferner eine Turbinenbeschreibung der Anlage Partenstein etc. etc. etc.

Zur Repräsentation Ihrer Firma

empfehlen wir Ihnen, in diesem umfangreichen, in bedeutend erhöhter Auflage erscheinenden Spezialheft eine entsprechende Anzeige zu veröffentlichen. / / Der Preis für 1/1 Seite ist GM. 200.—, für 1/2 Seite GM. 120.—. Bestellen Sie sofort, damit wir Ihnen einen guten Platz reservieren können.

Verlag „Die Wasserkraft", München, Herrnstraße 10

Digitized by Google

um auf zweifache Art die österreichische Handelsbilanz zu heben: durch Ausfuhr dieses Produktes und durch Verarbeitung auf Kalkstickstoff zwecks Vermeidung der Einfuhr künstlicher Düngemittel und landwirtschaftlicher Produkte. Beim Kalkstickstoffverfahren würden die nach Abzug der von den Gaswerken her in Form von Amonsulfat zur Verfügung stehenden rund 1000 t Stickstoff noch etwa zur Düngung benötigten 7000 t Stickstoff eine Leistung von etwa 120 000 000 kWh oder 14 000 kW-Jahren bedingen unter Zugrundelegung einer Ausbeute von etwa 390 kg Stickstoff pro kW-Jahr (gegenüber 130 kg Stickstoff pro kW-Jahr beim Lichtbogenverfahren, wie es z. B. in Patsch geübt wird, wobei als Rohmaterial nur Luft und Wasser benötigt wird). Nach den Erfahrungen in der Schweiz ist weniger der Energiepreis des Stromes ausschlaggebend als die billige Zufuhr der Rohmaterialien, Kalk und Koks, weshalb die Fabrikanlagen tunlichst in der Nähe der Donau bzw. der Wasserwege errichtet werden sollten. Der Verfasser weist auf das Vorgehen Bayerns hin, das am Mittleren Inn und an der Alz in Bälde zusammen rund 180 000 PS für Karbid, Kalk, Stickstoff und Aluminium in Betrieb hat und wo weitere großzügige Pläne nach dieser Richtung hin noch im Ausreifen sind. (W. 112.) Rdl.

Elektroheizung

Elektro-Heizung. Die Ausbreitung der Elektro-Heizung nicht nur im Großen, sondern auch im Haushalt (Kochen, Speicher-Heizung) und zur Wärmespeicherung ist hauptsächlich Frage der Strompreisgestaltung und der Propagandatätigkeit der stromliefernden Werke. Die Strompreisgestaltung muß so getroffen sein, daß sie einerseits den Stromverbrauch zur Benützung elektrischer Heizungseinrichtungen zu einem Wärmepreis gestattet, der nicht wesentlich höher ist als der Wärmepreis mit Gas oder festen Brennstoffen, so daß die Annehmlichkeiten der elektrischen Heizung (Sauberkeit, Gefahrlosigkeit, sofortige Bereitschaft) bei gleichem oder evtl. für Elektrizität sogar noch etwas höheren Wärmepreis den Anreiz geben. Die Tarife müssen außerdem so gestaltet sein, daß der Verbraucher angehalten wird, den Heizungsstrom zu den dem Elektrizitätswerk passendsten Zeiten abzunehmen, also zu den Zeiten, in welchen Ueberschußleistung vorhanden ist. Diese Tarifgestaltung und damit die ausgedehnte Verwendung elektrischer Energie zu Erwärmungszwecken hat sich bei uns leider noch recht wenig Bahn brechen können, entgegen vielen anderen Ländern, welche in dieser Hinsicht in der Entwicklung um ein Jahrzehnt uns voraus sind, damit machen jene Werke aber sicher kein schlechtes Geschäft. In Djursholm in Schweden kochen 22½% aller Stromabnehmer elektrisch und der Anschlußwert für Kochapparate beträgt ungefähr ein Drittel des gesamten Anschlußwertes.

In der Schweiz ist wegen der günstigen Tarifgestaltung sowohl das elektrische Kochen wie auch die elektrische Beheizung (z. B. von Kirchen, Vortragssälen u. dgl., welche ihrer Verwendung nach an sich in die Ueberschußzeit fällt) so verbreitet, daß der Anschlußwert für Wärmezwecke bei den Ueberlandwerken nicht selten zwei bis drei Fünftel des gesamten Anschlußwertes beträgt. Durch hübsche Kombinationen von Zählern, Schaltuhren und Sperrschaltern wird dort nicht nur eine zweckmäßige Tarifgestaltung, sondern bei größeren Anschlußwerten auch eine selbsttätige Abschaltung der Heizungsanlagen während der Zeiten der höheren übrigen Belastungen erreicht, im Bedarfsfalle auch eine völlig selbsttätige Ein- und Ausschaltung der Heizungseinrichtungen während der Zeiten sonstigen geringen Verbrauches. Der Strompreis für Heizzwecke zu den Ueberschußzeiten beläuft sich dort bei vielen Anlagen auf 4—5 Rp.

Durch großzügige Propaganda arbeiten insbesonders amerikanische Werke auf die Hinweisung des Publikums zur Elektro-Heizung hin. Die National Elektric Light Association (Vereinigung der Elektrizitätswerke in Amerika) hat eigene Kurse eingerichtet zur Vertrautmachung der Fabrik-Ingenieure mit den Einrichtungen der elektrischen Heizung zu Industriezwecken und mit deren technischen und wirtschaftlichen Vorteilen. Der Erfolg dieser Propaganda-Tätigkeit war der, daß innerhalb zweier Jahre 16 Elektrizitätswerke einen Zugang von 18 000 kW Anschlußwert mit einem Stromverbrauch von 26 000 000 kWh pro Jahr verzeichnen konnten.

Bei uns ist leider, von wenigen Ausnahmen abgesehen, von irgend welchen Bestrebungen der Elektrizitätswerke, Elektroheizung in den Kreisen ihrer Abnehmer einzuführen, wenig zu merken. Wenn auch die Kriegs- und Nachkriegsjahre mit ihrem Strommangel gerade das Gegenteil erforderten und zu Einschränkungen für die dringendsten Verwendungszwecke zwangen, so erscheint doch jetzt die Zeit gegeben, um mit Rücksicht auf die nach und nach in Betrieb kommenden Großwasserkraftanlagen und dem sich immer mehr verbessernden Ausgleich zwischen Sommer- und Winterleistung, das Augenmerk diesem Gebiet zuzuwenden und sich durch die Ermöglichung der Einführung elektrischer Heizung in weitere Kreise, durch entsprechende Tarifgestaltung, sowie durch geeignete Propaganda hierfür den Absatz der Ueberschußleistungen sozusagen en detail zu sichern. Im Großen plant u. a. die Stadtgemeinde München die Ausnützung von Nacht- und Ueberschußenergie durch ausgedehnte Elektroheizung und Speicheranlagen in ihren öffentlichen Gebäuden. Dessenungeachtet dürfte aber auch damit die möglichste Verbreitung des Stromverbrauches für Heizungszwecke und damit des Ersatzes der schwarzen Kohle durch weiße Kohle auch im Kleinen nicht außer Acht gelassen werden. In günstiger Tarifgestaltung dürfte mit an erster Stelle die Stadt Landshut stehen, welche seit Monaten bereits für Nachtstromentnahme einen Energiepreis von 5 Pf. pro kWh angesetzt hat. (W. 111.) Rdl.

Wasserstrassen

Staatliche Prüfung des Weser—Main-Projektes. Das staatliche Vorarbeitenamt in Eisenach hat am 1. April seine Untersuchungen abgeschlossen, die sich auf die technischen und wirtschaftlichen Fragen des Weser—Werra—Itz—Main-Kanals und des Weser—Fulda—Kinzig—Sinn—Main-Kanals erstreckten. Die dreijährigen gründlichen Arbeiten haben die wünschenswerte Klarheit gebracht. Als Verbindung zwischen den Weser- und Elbe-Häfen und Süddeutschland kommt nur die Werra-Linie in Frage. Sie ist dem Fulda-Projekt außerdem im wirtschaftlichen Ergebnis weit überlegen. Letzteres hat als Verkehrsweg nur in der Richtung Südwest—Ostdeutschland Bedeutung. Es bleibt aber auch dann der Nachteil einer Schädigung der deutschen Seehäfen damit verbunden. Denn die Fulda—Kinzig-Linie würde ihnen ihr Hinterland bis zur mittleren Fulda bei Hersfeld entreißen. Wirtschaftlich günstig ist der Ausbau der unteren Fulda. Auch beim Werra—Itz-Projekt wird man sich zunächst auf die untere Werrastrecke beschränken müssen, um dann etappenweise die große Nord—Süd-Straße bis Bamberg durchzuführen. (W. 100.)

Vereine und Versammlungen

Der Bayerische Kanal- und Schiffahrtsverein hielt am 14. und 15. 6. seine diesjährige Tagung unter dem Vorsitz von Oberbürgermeister Dr. Luppe in Kulmbach und Bamberg ab. Als Hauptpunkte standen auf der Tagesordnung die Wasserstraßenverbindung zwischen Bayern und den deutschen Nordseehäfen und die Fertigstellung der Stauanlage Viereth bei Bamberg. Den ersten der beiden Punkte behandelte Geheimer Regierungs- und Baurat Contag, Berlin, mit einem Vortrage über die Großschiffahrtsverbindung zwischen der Weser und dem Main. Er kam ebenso wie das Staatliche Vorarbeitenamt zu dem Ergebnis, daß für die Verbindung zwischen den deutschen Seehäfen und dem Süden nur die Werra-Itz-Linie in Frage komme. Oberbürgermeister Dr. Decker, Minden, wies im Anschluß an den Vortrag auf die Notwendigkeit der Weserkanalisierung hin. Oberbürgermeister Dr. Luppe betonte das weitgehendste Verständnis des Südens für die Belange der deutschen See-

Digitized by Google

häfen und sprach sich ebenfalls im Sinne der Werra-Itz-Linie als der kürzesten Verbindung aus. Direktor Dr. Carstanjen erläuterte sodann die beim Weser-Main-Kanal vorgesehene und von ihm entworfene schiefe Ebene, während Oberbauamtmann Katz über den Fortgang der Arbeit am Viereth sprach. Diese Arbeiten wurden am nächsten Tage an Ort und Stelle besichtigt und erläutert. (W. 130).

Zehn Jahre Hafenbautechnische Gesellschaft. Eines der vielgestaltigsten und vollkommensten Wirtschaftsinstrumente sind die großen Seehäfen des In- und des Auslandes. Sie verknüpfen in erster Linie die Seeschiffahrt mit den beiden Zubringern der Häfen, den Binnenwasserstraßen und den Eisenbahnen.

Aus dieser Erkenntnis heraus hat der damalige Dezernent des Hamburgischen Hafenbaues, der jetzige Oberbaudirektor Dr.-Ing. Wendemuth, zunächst mit dem damaligen Generaldirektor der Deutschen Maschinenfabrik, Dr.-Ing. A. Kauermann, Fühlung genommen, eine Hafenbautechnische Gesellschaft ins Leben zu rufen. Beide Herren wandten sich an den aus der Bremer Schule Ludwig Franzius' hervorgeganggenen Nachfolger Bubendeys auf dem Lehrstuhl für den Hafenbau der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg, Professor Dr.-Ing. G. de Thierry. Von den genannten drei Herren gingen alsdann die Einladungen aus, in einer Versammlung am 22. Mai 1914 zu Berlin die Gründung der Hafenbautechnischen Gesellschaft zu beraten. Ihr hatten 25 Herren aus allen beteiligten Kreisen Folge geleistet. Das Ergebnis der Aussprache war, daß die drei Herren, die die Versammlung berufen hatten, beauftragt wurden, die Leitung der Gesellschaft einstweilen zu übernehmen. Mit einer ersten Hauptversammlung im Herbst 1914 sollte sie alsdann vor die Oeffentlichkeit treten. Diese Absicht vereitelte der Krieg. Der Gedanke, die Gesellschaft während des Krieges zu konstituieren, wurde wohl verschiedentlich gefaßt, aber immer wieder hinter die Aufgaben und Sorgen der schweren Kriegszeit zurückgestellt. Doch gelang es, die Mitgliederzahl der Gesellschaft zu mehren, und, da die Gesellschaft ihre Arbeit in den Dienst des Vaterlandes stellen wollte, Se. Kgl. Hoheit den Prinzen Heinrich von Preußen als Ehrenvorsitzenden zu gewinnen.

Die Gründungsgeschichte der Gesellschaft und eine Anzahl hochbedeutsamer Beiträge aus dem Gebiete der geschichtlichen Entwicklung der Häfen, der Hinterlandsfragen bezgl. Wasserstraßen und Eisenbahnen — letztere behandelt am Beispiele ausländischer Häfen — sowie der mechanischen Ausrüstung von See- und Binnenhäfen — behandelt am Beispiele Hamburgs und der Rheinhäfen — wurde in dem im Sommer 1918 erschienenen I. Jahrbuch der Gesellschaft niedergelegt. In der Person des jetzigen Baurat Baritsch der Hamburgischen Wasserbaudirektion wurde ihr am 1. April 1919 ein Geschäftsführer bestellt und für den 29. Oktober des Jahres 1919 die erste Hauptversammlung nach Berlin einberufen. 74 Herren aus allen jenen Kreisen, die die Gesellschaft zu vereinen sich zur Aufgabe gemacht hat, beschlossen hier nach eingehender Erörterung, daß die Gesellschaft weiter bestehen, ihre Ziele mit allen Kräften fördern und zu ihrem Teil mithelfen solle am Wiederaufbau des Vaterlandes. Zum Sitz der Gesellschaft wurde Hamburg bestimmt und beschlossen, dort deren Eintragung in das Vereinsregister herbeizuführen. Die drei Herren, die bisher die Vorstandsgeschäfte geführt hatten, wurden zum Vorstand gewählt und ihnen zunächst 12 Beisitzer aus den verschiedenen Kreisen der von der Gesellschaft zu vertretenden Belange an die Seite gegeben.

Was lag näher, als daß die Gesellschaft ihre zweite Hauptversammlung, die erste, die sich mit den allgemeinen Aufgaben der Gesellschaft befassen konnte, 1920 in Hamburg abhielt. Diese in allen Teilen wohl verlaufene, vom Interesse der Oeffentlichkeit getragene Versammlung mit ihren bedeutsamen Vorträgen und den Besichtigungen in Hamburg, Altona und Cuxhaven stellte die Hafenbautechnische Gesellschaft auf feste Füße. Um den Interessen der See-

NEU ERSCHIENEN

DAS FERBERBLUT

Roman aus DANZIGS stärkster Zeit

VON ELSE SPARWASSER

Broschiert 2.50 Mark

★

Adolf Bastel

in „Unsere Heimat", Königsberg i. Pr.

Else Sparwasser will uns den Geist und die Kraft jener Zeit verstehen lassen, in der die Eberhard und Konstantin Ferber die Regenten des freien deutschen Danzig waren. Was in dem Geschlecht der Ferber, in seinen Frauen und Männern, rang und glühte, das führt uns das schriftstellerische Genie Else Sparwassers vor Augen. Mit einer Meisterschaft und bezwingenden Form, die sie hervorragend zu dieser schwierigen Aufgabe befähigte und ihr Buch weit über den üblichen historischen Roman erhebt . . . . Jedem Freunde wertvoller Literatur muß dies Buch einer deutschen Frau, die für die Seele der Zeit ein ungewöhnliches Verständnis bereitet, dringend empfohlen werden.

★

// Das Buch, das Sie lesen müssen! //

★

RICHARD PFLAUM VERLAG A. G., MÜNCHEN, HERRNSTRASSE 10

Digitized by Google

und Binnenhäfen gerecht zu werden, wurde die Gepflogenheit aufgenommen, die Tagungen abwechselnd in einem Seehafen und einer Binnenhafenstadt abzuhalten. So fiel für 1921 die Wahl auf Mannheim. Im Jahre 1922 ging die Gesellschaft nach dem ersten Hafen an der Ostsee, Stettin. Hier behandelten die Vorträge das Wirtschaftsgebiet der Ostsee, die Seehäfen des benachbarten Baltikums und die brennend gewordene Frage der Hafenbahnen, diese vom Standpunkt der See- und der Binnenhäfen aus. Im vergangenen Jahre 1923 war Regensburg als Tagungsort gewählt worden. Hier kam der Vorkämpfer für Bayerns wasserwirtschaftliche Interessen, Staatsrat Dr. von Graßmann, mit bedeutsamen allgemeinen und verkehrswirtschaftlichen Betrachtungen über die bayerischen Wasserstraßenpläne zu Wort, die von Ministerialrat Krenzer durch bautechnische Betrachtungen, vornehmlich über deren Hafenanlagen, ergänzt wurden. Die Beziehungen Süddeutschlands zu den deutschen Seehäfen behandelte der Handelskammersyndikus Dr. Dücker, Hamburg, in einem den widerstreitenden Interessen gegenüber wohl abgestimmten Vortrag.

Die Verhandlungen und Vorträge der bisherigen Hauptversammlungen sowie bemerkenswerte Beiträge aus allen Arbeitsgebieten der Gesellschaft liegen bis heute in sechs Bänden des Jahrbuches der Gesellschaft vor, das sich durch die wissenschaftliche Gründlichkeit und die sorgfältige Ausstattung seiner Darbietungen bereits einen geachteten Platz im deutschen technischen Schrifttum erobert hat.

Ihr zehnjähriges Bestehen begeht die Hafenbautechnische Gesellschaft in diesem Jahre in Königsberg Pr. Sie verbindet damit die Absicht, dem abgetrennten Ostgebiet den Beweis zu bringen, daß die Anhänglichkeit an das abgetrennte Ostgebiet durch seine Vorpostenstellung vermehrt ist, daß dieses in seiner politischen und wirtschaftlichen Isolierung alle Zeit auf die Treue der Brüder im Reich bauen und auf die Würdigung seiner besonderen schwierigen Verhältnisse rechnen kann.

So ist der Hafenbautechnischen Gesellschaft zunächst ein voller Erfolg ihrer bevorstehenden Tagung, über die wir ausführlich berichten werden, zu wünschen. Trägt doch ihr bisheriges Wirken die Gewähr in sich, daß sie in den weiteren Jahrzehnten ihres Bestehens fortführen wird, was sie mit Erfolg begann:

Beizutragen zum Wiederaufbau der deutschen Wirtschaft und der deutschen Weltgeltung im Weltverkehr. (W. 93.)

Geschäftliches

Tiroler Wasserkraftwerke A.-G. Innsbruck. Die Gesellschaft wurde mit einem Kapital von nominal 10 Milliarden Kr. errichtet. Zum Präsidenten des Verwaltungsrats wurde der Innsbrucker Bürgermeister Dr. Eder gewählt; zum leitenden Direktor der Gesellschaft, die nunmehr binnen kürzester Frist an die Ausbauarbeiten des Achenseekraftwerkes schreiten wird, wurde Ingenieur Erich Heller bestellt. (W. 116).

Vereinigung bayerischer Stromabnehmerverbände. Unter diesem Namen haben der Stromabnehmerverband Franken e. V. (Sitz Dinkelsbühl) und der Wirtschaftsverband für Elektrizitätsversorgung des Rieses und Umgebung (Sitz Nördlingen) eine Vereinigung vollzogen behufs wirksamer Vertretung ihrer wirtschaftlichen Interessen. (W. 117)

Neue A.-G. Unter Mitwirkung der Stadtgemeinde Krumbach und der A.-G. für elektrotechnische Unternehmungen München wurde eine Aktiengesellschaft unter der Firma „Ueberlandwerk Krumbach Aktiengesellschaft" mit dem Sitze in Krumbach gegründet. (W. 118).

Ausschreibung von Wasserleitungsbauten in Assuan (Aegypten). Vom „Direkteur Général, Section des Municipalités et Commissions Locales" des Ministeriums des Innern in Kairo, Savoy House, wird die Vergebung von umfangreichen Installationsarbeiten von Filtern und Wasserleitungen in Assuan ausgeschrieben. Angebote sind bis zum 15. Juli d. J. einzureichen. Die Ausschreibungsbedingungen und Pläne können beim „Deutschen Wirtschaftsdienst" G. m. b. H., Berlin W 35, Schöneberger Ufer 21, eingesehen oder bei der vorgenannten Stelle gegen Zahlung von 2 Eg. Pfd. beschafft werden. (W. 134).

Literatur

Zeitschriftenschau.

Abwasser-Reinigung. Entnahme und Reinigung von Oberflächenwasser für industrielle Anlagen. Von Dpl.-Ing. Vogt. — Z. d. V. d. I. 1924, H. 24, S. 632—634, m. 6 Abb. (Ausführung und Wirkungsweise einiger neuerer Anlagen für Entnahme und Reinigung von Flußwasser).

Bewässerung und Entwässerung. Die Pumpenanlage bei Flaach zur Entwässerung des Flaacher Feldes. Von Dipl.-Ing. Hävog. — Schweiz. Wasserwirtschaft, Mitteilungen d. Linth-Limmatverbandes, 1924, H. 4, S. 29—32, m. 3 Abb. (Beschreibg. der Pumpenanlage). Die Entwässerung des Allmendmooses, Gemeinde Bleienbach b. Langenthal. Wie vor. — (selbsttätig arbeitende Pumpenanlage). —

Energiewirtschaft. Anvendelse av spildkraft i Italien, Schweiz og Frankrike. — Anwendung der Ueberschußkraft in Italien, Schweiz und Frankreich. Av ing. Helliesen. Teknisk Ukeblad 1924, H. 15, S. 130—133, m. 4 Abb. (Forts. folgt). (Akkumulierung in Form von Wärme, Beschreibg. einer selbsttätigen Leistungsregelung, der Sulzer-, Brockdorff- und Favre-Kessel).

Wasserkraftanlagen. Die Druckleitung des Kraftwerkes Ritom. (Nach Schweiz. Bztg. 1923, Mai/Juni). — Z. d. V. d. J. 1924, H. 24, S. 635—636, m. 7 Abb. (Wasserentnahme, Schieberkammer, Wasserschloß und Apparatenhaus).

— Das Brummbachwerk in Linthal. Von Minder. „Schweiz. Techniker-Ztg." 1924, H. 1, S. 1—6; 9 Abb. (Beschreibung insbes. des Baues des schrägen Druckleitungsstollens des Werkes von 2×1300 PS Leistung unter 430 m Gefälle.)

— Das Wasserkraftwerk Drac-Romance in Pont-de-Claix. Von P. Dufour. „Genié Civil" 84. Bd. vom 5. Januar 1924, S. 1—8 mit 17 Abb. (Beschreibung des Projektes in seinen Einzelheiten.)

— Hydraulische Akkumulierungs- und Pumpenanlagen in der Schweiz, Italien und Frankreich. „Genié Civil" 1924, Bd. 84, Nr. 9, S. 208—209; 1 Abb. (Kurze Zusammenstellung der ausgeführten und geplanten Anlagen.)

— Entwicklung der Wasserkraft-Elektrizitätswerke in den Vereinigten Staaten. Von Dipl.-Ing. Pantell. „V. d. I." 1924, Nr. 20, S. 499—501, (Auszug eines Vortrags von Freemann, New York, mit Hinweisen auf abweichende Verhältnisse in Deutschland vom technischen, wirtschaftlichen und wirtschaftspolitischen Standpunkt aus.)

— Die Erdarbeiten beim Ausbau der Mittleren Isar. Von Ober-Reg.-Rat Dr.-Ing. Kurzmann, München. „Bautechnik" 1924, Nr. 17, S. 172—174; 3 Abb. (Angaben über den Umfang der Erdarbeiten für den fertigen, 43 km langen Werkkanal und die Kunstbauten. — Es mußten 6 550 000 cbm gefördert werden. Mitteilung von Einzelheiten und Erfahrungen bei großen Erdbewegungen.)

— Das Feather-River Kraftwerk in Californien. Von Centmaier. — Schweiz. Wasserwirtschaft 1924, H. 6, S. 123—125, m. 1 Abb. (Kurze Beschreibung der Anlage mit Druckstollen z. T. mit Blechhaut, dzt. 2 Pelton-Doppelturbinen von je 30 000 PS).

Wasserbau. Einsturz der Gleno-Talsperre. Von Dipl.-Ing. Kelen. — Beton und Eisen, 1924, H. 11, S. 133 bis 138, m. 10 Abb. (Baugeschichte, rechnerische Nachprüfung der Konstruktion, Befundbericht.

— Modellversuche mit Ueberfallwehren. (Dr.-ing. Winkel berichtet, nach Prof. Ing. Smrcek, Laboratorium rodnich staveb pri ceské vysoké skole technické v Brué, über Versuche im Wasserbau-Laboratorium der Brünner techn. Hochschule an verschiedenen Ueberfallwehren und Sturzböden). Zentralbl. d. Bauverwaltg. 1924, H. 24, S. 202.

— Modellversuche über das Verhalten der beweglichen Sohle in geschiebeführenden

Digitized by Google

Flüssen. Von Hubert Engels. „Der Bauing" 1924, Heft 10, S. 293—295, 10 Abb. (Neue Versuchsergebnisse. In gekrümmten Flußstrecken überschlagen die Geschiebe vom oberen konvexen Ufer zum nächstfolgenden gegenüberliegenden konvexen Ufer unter Durchquerung des Flußbettes).

— Modellversuche über Beeinflussung der Schlickablagerung durch verschiedenartige Hafenmolen im Tidergebiete. Von Reg.- und Baurat Dr.-Ing. R. Winkel, Berlin. „Bautechnik" 1924, Nr. 20, S. 207—210, 14 Abb. (Nähere Erläuterungen zu den Versuchen über Schlickablagerungen, Ergebnisse der Versuche).

Wasserkraftmaschinen. Neuere Wasserturbinenanlagen in Japan. Von Oberingenieur J. Moser, Zürich. „Schweizerische Bauzeitung" 1924, Nr. 19, S. 224 bis 226, 4 Abb. Besprechung der drei Generator- und zwei Erregerturbinen, die von der Firma Escher Wyss & Co. für die Anlage Yomikaki in Nagoya geliefert worden sind.

Wasserstraßen. Neuerungen in der Konstruktion von Schiffshebewerken. Von Geh. Baurat Contay. „Zeitschr. f. Binnenschiffahrt" 1924, H. 5, S. 94 bis 99; 3 Abb. (Wagebalken-Hebewerk, Schiffsaufzug mit Trogwagen, Kran-Trockenförderung.)

— Entwurf zu einem Nord—Süd-Kanal. Von Wasserbaudirektor Leichtweiß, Lübeck. „Deutsche Bauzeitung" 1924, Nr. 34, S. 70—72; 1 Abb. (Angaben über Linienführung, Wirtschaftlichkeit des vom Verfasser ausgearbeiteten neuen Entwurfes, der den Anschluß Hamburgs an das rheinische Gebiet berücksichtigt und auch Lübeck in das Projekt einbezieht.)

— Vom Bau des Küstenkanals. Von G. Schnittger, Oldenburg. „Werft-Reederei-Hafen" 1924, Nr. 7, S. 130 bis 132, 6 Abb. Beschreibung des derzeitigen Standes des Ausbaues des Hunte-Ems-Kanals. Neu bewilligte Nebenprojekte, das Wasserkraftwerk bei Oldenburg, die Talsperre bei Thälsfelde und Bau eines Hochwasserentlastungskanals.

— Straubing — og vi. Straubing — und wir. Es organisiert Arbeiten für fremde industrielle Tätigkeit. — Teknisk Ukeblad, Kristiania, 1924, H. 15, S. 129 bis 130. (Straubing als wichtiger Punkt im Bahn-, Luft- und Wasserstraßenverkehr. Vgl. unsere Mitteilung in H. 9, S. 122 „Industrie-Neuland an der internationalen Wasserstraße der Donau").

Wasserversorgung. Die hydrologischen und technischen Grundlagen der Versorgung des Ruhrbezirks durch Wasserwerke. Von Trümpelmann. „Glückauf" 1924, Nr. 9, S. 147—152; 3 Abb. und 2 Zahlentafeln. (Wasserbeschaffung. Ergebnisse im bisherigen Talsperrenbau. Wasserbehandlung, Verfahren der Anreicherungsbecken zur Herstellung von Nutzwasser durch Filterung. Wasseruntersuchungsergebnisse.)

— Mechanischer Wasserreiniger. Mitteilungen der AEG. „V. d. I." 1924 Nr. 27. Beil. S. 81. 3 Abb. (Beschr. eines von der AEG. entwickelten Reinigers, der im Gegensatz zu den übrigen Konstruktionen eine dauernd gleichmäßige hochgradige mechanische Reinigung des Wassers ermöglicht).

Wasserwirtschaft. Zur Ermittlung der Wasserkraftsteuer mittelst Kontrollapparaten. Bericht des V. d. I. für Reichenberg und Umgebung an den Deutschen Wasserwirtschaftsverband in Reichenberg. Mitt. d. Hauptvereins deutscher Ing. in der tschechoslow. Republik, 1924, H. 4, S. 51—57; 9 Abb. (Registrierapparat von Zehr für gleichzeitige Aufzeichnung von Gefälle und Beaufschlagung und von Lonsky für die Beaufschlagung bei konstant angenommenem Gefälle.)

— Das Achenseewerk und die Energiewirtschaft Oesterreich. Von Ministerialrat Dr.-Ing. Pernt. „Die Wasserwirtschaft", Wien, 1924, H. 11; S. 181—182. (Kurzer Rückblick auf die Geschichte des Projektes, Sicherung der Finanzierung.)

Buchbesprechungen

Die Elektro-Stahl-Oefen, ihr Aufbau und gegenwärtiger Stand, sowie Erfahrungen und Betriebsergebnisse der elektrischen Stahlerzeugung. Praktisches Hand- und Nachschlagebuch von E. Fr. Ruß, Obering. 471 Seiten mit 439 Abbildungen und vielen Zahlentafeln. R. Oldenbourg, München und Berlin, 1924; Preis geb. Goldmark 15,50.

Anschließend an das von uns bereits in Heft 9, Seite 125, besprochene Buch des Verfassers über „Elektrometallöfen" ist die vorliegende, außerordentlich eingehende Schilderung des ganzen Elektro-Stahlofengebiets nicht nur vom Stand-

Wasserturbinen-Ingenieur.

Wir suchen per 1. Sept., evtl. schon früher, einen tüchtigen, unverheirateten Ingenieur zur Bearbeitung von Aufnahmen, Wassermessungen, Projektierung u. Kundenbesuch.

Bewerber mit mehrjähr. Erfahrung werden um Meldung mit Gehaltsansprüchen und Zeugnisabschriften gebeten.

A.-G. ESCHER WYSS & Co., Berlin W. 15,

an Baurat Galland, Kaiser-Allee 204.

Regierungs-Baumeister,

Bauingen., 30 Jahre, verh., mit 3jähr. Baupraxis im Tief- u. Wasserbau, arbeitsfreudig, energisch, guter Organisator, mit guter Allgemeinbildung, erste Kraft im Entwurf u. Ausführung, vertraut mit dem Rechnungswesen, gewandt im Umgang sucht entsprechende selbst. Stellung. Kapitalbetrag nicht ausgeschlossen.

Angebote unt. **S. J. 563** an **Rudolf Mosse, Stuttgart.**

Holzimprägniermittel

Höntsch-Fluid

das beste und billigste Holz-Anstrich- und Imprägniermittel gegen Fäulnis und Schwamm. Seit Jahrzehnten bewährt. Verlangen Sie Preise und Prospekte

Höntsch & Co. **MÜNCHEN** Sendlingertorplatz 10

587

Digitized by Google

punkt des Stahlfachmannes, sondern auch vom Standpunkt des Stromerzeugers und des Interessenten an der Stromverwertung zu begrüßen. Ein Fortschritt gegenüber dem erstgenannten Buch liegt in der einleitenden, für den Nichtelektriker übersichtlichen Darlegung der elektrischen Grundbegriffe im allgemeinen und der für den vorliegenden Zweck nötigen besonderen Gesichtspunkte. — Nach einer Uebersicht über die verschiedenen Möglichkeiten, auf elektrischem Wege Schmelztemperaturen für kleine und große Oefen zu erreichen, worin die Kennzeichen der verschiedenen Ofen-Typen (Widerstandsheizung, Lichtbogenheizung, Induktionsheizung, Gemischtheizung, Hochfrequenzheizung) geschildert werden, folgt eine ausführliche Darstellung wohl aller heute gebräuchlichen Ofenbauarten. An der Hand vieler gut ausgewählter Schaubilder und übersichtlich ausgeführter Konstruktionszeichnungen und Schaltungsplänen werden die Einzelheiten der zahlreichen Ofentypen, die mit denselben im Betrieb gemachten Erfahrungen hinsichtlich der elektrotechnischen wie hinsichtlich der hüttenmännischen Seite ausführlich geschildert und findet auch das Verhalten der einzelnen Ofenarten hinsichtlich ihrer Leistungsaufnahme, der erreichbaren Gleichmäßigkeit derselben, und die Möglichkeit, eine wünschenswerte Konstanz der Belastung für das stromliefernde Netz zu erzielen, besondere Würdigung. Es ist dies sehr zu begrüßen mit Rücksicht darauf, daß in manchen Kreisen der Stromerzeuger der Elektroofen als unerwünschte Belastung betrachtet wird, während sich bei zweckmäßiger Einrichtung und Betriebsführung nicht nur dieser Vorwurf vermeiden, sondern sogar in gewissem Maße eine Anpassungsfähigkeit und die Möglichkeit der Aufnahme von Ueberschußleistungen zu bestimmten Tageszeiten erreichen läßt. Aus den verschieden wiedergegebenen Belastungs-Diagrammen geht diese Möglichkeit, den Elektroofen zu einer unter Umständen sogar wünschbaren Belastung zu benutzen, hervor.

Nach Erörterung der 21 verschiedenen gebräuchlichen Ofenbauarten werden im 4. Kapitel die einzelnen Bestandteile der Elektroöfen, wie die Elektroden und deren Zubehörteile und selbsttätige Elektroden-Regulierung, die nötigen Meßeinrichtungen und zum Schluß der hüttenmännische Teil: die Ofenauskleidung ausführlich dargestellt.

Die Ausstattung und vor allem die Wiedergabe der Abbildungen und deren Auswahl ist fast durchwegs mustergültig. (W. 106) Rdl.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 22. Juli 1924.

59b, 2. A. 40 256. Armaturen- und Maschinenfabrik A.-G. vorm. J. A. Hilpert, Nürnberg. Feuerlöschpumpe. 30. 6. 23.
60, 15. T. 24 876. Dr.-Ing. Hans Thoma, München, Lachnerstr. 22. Oeldruckservomotor für selbsttätige hydraulische Regler. 27. 1. 21.

Haben Sie elektrische

Überschußenergie?

Brauchen Sie

Dampf?

so verlangen Sie unsere Druckschriften über

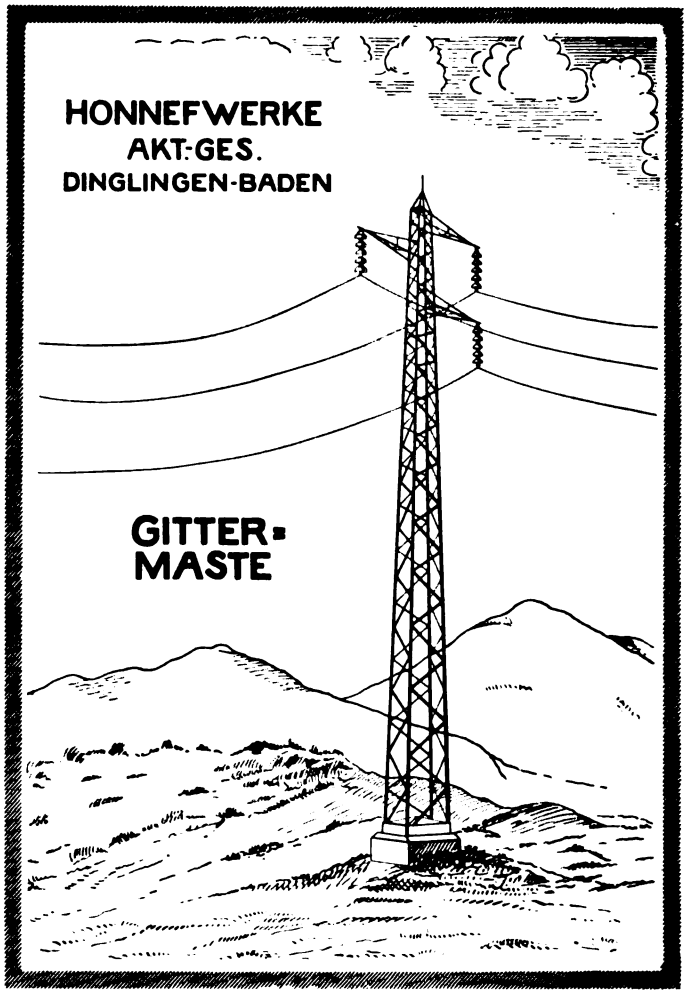
Elektro-Dampf-Kessel

für Hoch- und Niederspannung; System Penzold, D.R.P.

Langjährige Betriebserfahrung. — Beste Referenzen.

Industrielle Elektro-Beheizungen
Elektrische Zugheizungen
Klein-Apparate

Bayr. Widerstand A.G.
München NW. 7.



Digitized by Google

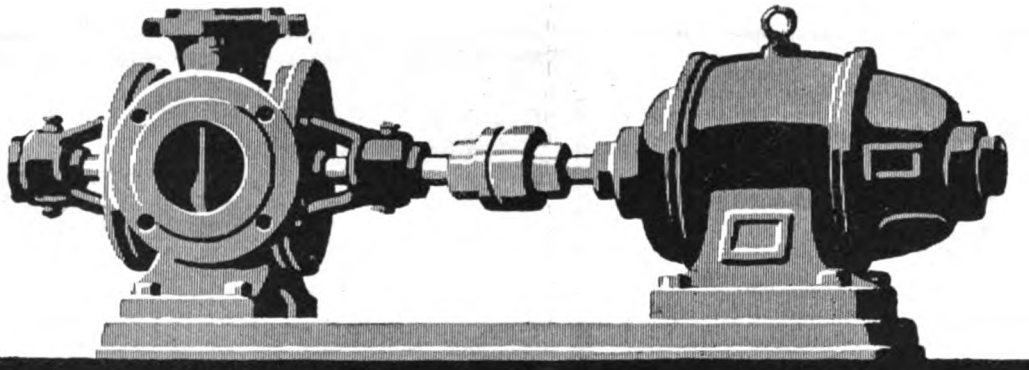
88a, 4. T. 27 993. Adam Thierauf, Hof a. d. S. Laufrad für doppelt wirkende Freistrahlturbinen. 4. 8. 23.
88a, 6. W. 57 928. Dipl.-Ing. Oskar Poebing, München, Rheinstr. 22. Leitschaufelregelung für Achsialturbinen. 1. 4. 21.
88a, 7. T. 28 405. Hugo Thiel, Hof a. d. S. Abflußregelung für Turbinen. 9. 1. 24.
88a, 7. W. 57 922. William Monroe White, Milwaukee, V. St. A. Wasserströmungsablenker. 29. 3. 21. V. St. A. 6. 7. 15.

Letzter Tag des Einspruches 28. Juli 1924.

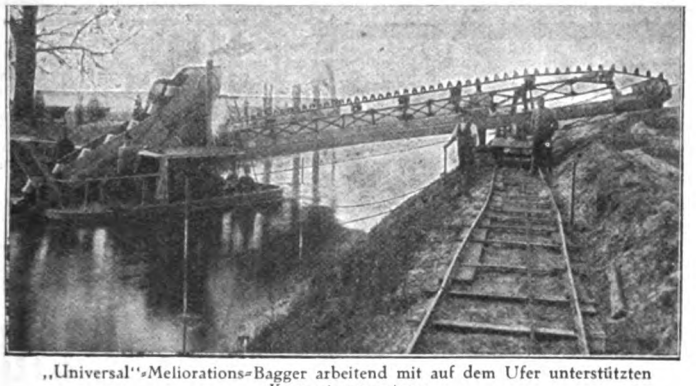
59b, 2. E. 29 900. Franz Eisele & Söhne, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Laiz-Sigmaringen. Kreiselpumpe, insbesondere für unreine Flüssigkeiten. 3. 10. 23.

Letzter Tag des Einspruches: 12. August 1924.

27c, 11. S. 64324. Société Rateau, Paris. Kühleinrichtung für Ventilatoren. 15. 11. 23. Frankreich 21. 11. 22.
60, 14. T. 28 383. Dr.-Ing. Hans Thoma, München, Lachnerstraße 22. Servomotor für selbsttätige hydraulische Regler. 4. 1. 24.
88a, 6. A. 41 231. K. Axel Ahlfors, Helsingfors, Finnland. Wasserturbine mit drehbaren Leitschaufeln. 22. 12. 23. Finnland 11. 1. 23.



R. WOLF-KREISELPUMPEN
R. WOLF A.-G. MAGDEBURG-BUCKAU



„Universal"-Meliorations-Bagger arbeitend mit auf dem Ufer unterstützten Kratzertransporteur

Bagger- und Schiffswerft G. m. b. H.
vorm. R. A. Wens & Co.
Spandau, Burgwall 5
Abt. Baggerbau
Universalbagger mit verschiedenartigen Fördervorrichtungen für Meliorationen mit Motor- und Dampfantrieb
Type I 8–12 cbm Stundenleistung eff.
Type II 15–20 cbm Stundenleistung eff.
Type III 20–34 cbm Stundenleistung eff.
Schwimmbagger / Trockenbagger / Elevatoren
Spülschiffe / Schutensauger
Schiffbau / Maschinen- und Kesselbau
Generalvertrieb:
Verkehrsmittel-Vertriebs- und Baugesellschaft m. b. H. Berlin W. 35, Lützowstr. 22. Fernsprecher Lützow 4843/44

Hochwasserdamm-Arbeiten Höchstädt a. D.

Friedrich Zink
Bauunternehmung
München, Neuhauserstraße 11/III
Projektierung und Ausführung von
Wasserkraft-Anlagen
Beton- u. Eisenbetonbauten
Baggerarbeiten aller Arten.

Digitized by Google

Tibet Tief- u. Betonbau-Gesellschaft m. b. H. & Co.

München Westenriederstraße 21
Telegr.-Adr: Tibet München

Unternehmung für Tief- und Hochbau, Beton- und Eisenbeton
Fundierungen mit „Tibet-Eisenbetonpfählen" D. R. P.

Aufstellung genehmigungs- und baureifer
Entwürfe von Wasserkraft-Anlagen
unabhängige Beratung und Mitwirkung bei Vorverhandlungen jeder Art, Nachprüfung bzw. Modernisierung vorhandener Entwürfe, Bauüberwachung

*

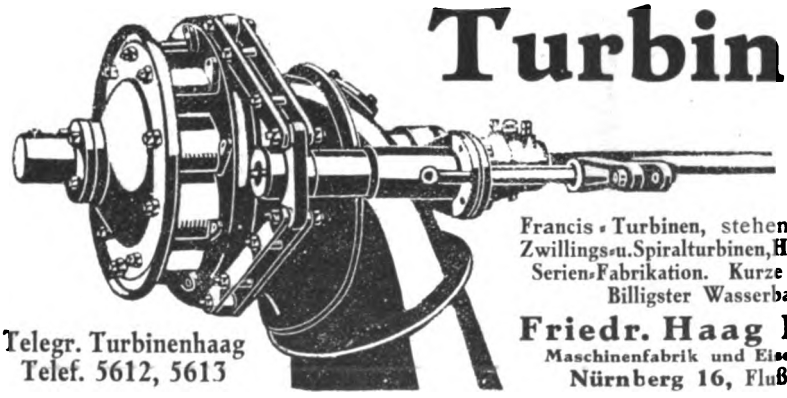
Jerike,
Regierungs-Baumeister
München, Wotanstraße 22.

HILGERS
RHEINBROHL

Brücken
Eisenhochbau
Transport-Anlagen
Wellblechbauten
Behälter
Rohrleitungen
Verzinkerei

AKTIEN-GESELLSCHAFT vorm. JACOB HILGERS.
RHEINBROHL a/Rh.

Turbinen



Francis-Turbinen, stehend, liegend, Zwillings- u. Spiralturbinen, Haagturbinen, Serien-Fabrikation. Kurze Lieferzeit! Billigster Wasserbau!

Friedr. Haag Nachf.
Maschinenfabrik und Eisengießerei
Nürnberg 16, Flußstr. 25

Telegr. Turbinenhaag
Telef. 5612, 5613

BAHR'S Normog. a. d. Schriftschablonen

D. R. P. Auslandspatent. Vom Normenausschuß empfohlener Beschriftungsapp. Kostenl. Prospekt. Neu! Paustinktur Klementine.
FILLER & FIEBIG, BERLIN S 42

Eine Anzeige

in der internationalen Zeitschrift „Die Wasserkraft" ist für Sie der

beste Kunden-Werber!

Wir offerieren ab unserem Werk Möttingen in Schwaben

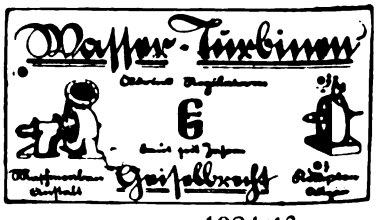
TRASS

feinster Mahlung für Wasserbauten und Betonarbeiten

TRASSZEMENT

mauerungsfertiger Selbstbinder aus hydraulischem Kalk und Traß. Gleiche Verarbeitung wie Portlandzement. Erhärtet unter Wasser, gibt wasserdichten, rissefreien Verputz.

Bayerische Traßwerke A.G., München
Prinz Ludwigstraße 5/III Fernsprecher 28588
624



Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 14 **München, 15. Juli 1924** **19. Jahrgang**

Die I. Welt-Kraft-Konferenz zu London.

(Wir sind in der Lage, wie bereits im vorigen Heft in Aussicht gestellt, heute schon den ersten Teil des Berichtes unseres Sonderberichterstatters bringen zu können. Den Schluss der Konferenz mit den in unsere Fachgebiete einschlägigen Beschlüssen lassen wir im nächsten Heft 15 folgen. Die Schriftleitung)

London, 9. Juli 1924.

Am 30. Juni wurde die I. Welt-Kraft-Konferenz feierlich durch den früheren britischen Botschafter in Paris, Lord Derby, eröffnet.

Die Reden, die bei dieser Gelegenheit sowie bei dem Bankett am Abend des gleichen Tages gehalten wurden, sind wohl überall durch die Tagespresse bekannt geworden.[1])

Obgleich diese Reden sich meist in Allgemeinplätzen bewegten, so verdienen sie doch aus einem Grunde auch hier angeführt zu werden: es wurde von fast allen Rednern (ausgenommen den Vertretern Frankreichs), angefangen mit dem Prinzen von Wales, der die Eröffnungsansprache hielt, hervorgehoben, daß dieses die erste Konferenz nach dem Kriege sei, an der Vertreter aller Nationen, nicht nur der Alliierten, anwesend seien. Es wurde mehrfach die Hoffnung ausgesprochen, daß hier der Grundstein zu einer weitgehenden Verständigung zwischen den Völkern gelegt werden möge, die sich noch vor einiger Zeit in Waffen gegenüberstanden.

Lord Derby sagte: „Gegenseitiges Verstehen ist das, wessen die Welt heute am meisten bedarf, und um dieses Verstehen zu erreichen, kommt es auf einen Kontakt zwischen den Völkern und einzelnen Personen, wie auf dieser Konferenz, weit mehr an, als auf den Kontakt der Regierungen."

Besonders die Vertreter der englisch sprechenden Länder, aber auch Italiener und der skandinavischen Staaten hoben hervor, daß die technisch-wissenschaftliche Arbeit zum Wohle der ganzen Menschheit, nicht einzelner Völker geleistet wird.

Nachdem so eine Stimmung geschaffen war, die einem gedeihlichen Zusammenarbeiten förderlich ist, begannen am folgenden Tage die eigentlichen Verhandlungen; es sei hier vorausgeschickt, daß diese Verhandlungen leider nicht das Interesse boten, das sie hätten haben können: Diskussionen haben praktisch so gut wie garnicht stattgefunden, da in der Regel nur die Verfasser von Vorlagen in knappen Worten über ihre Arbeiten referierten. — Hier bekam man wohl viel Wertvolles zu hören, wertvoll sowohl durch den Inhalt als auch durch die Person des Vortragenden, aber der lebendige Meinungsaustausch, die Debatte blieb auf wenige zufällige Einzelheiten beschränkt.

Die ersten Sitzungen waren der Uebersicht der Kraftquellen der Welt gewidmet. Es sind hier vor allem die Wasserkräfte ausführlich behandelt worden.[2])

Es mögen zuvor die

europäischen Staaten

in alphabetischer Reihenfolge betrachtet werden:

1. Belgien, welches zu seinem größten Teil in der Ebene liegt, hat so gut wie keine ausgebauten Wasserkräfte; Die zum Teil sehr große Wassermengen führenden Ströme haben nur geringes Gefälle. Immerhin lassen sich noch einige nicht unbedeutende Kraftanlagen ausführen, für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen allerdings nicht gegeben werden. — Hier ist vor allem die Maas zu nennen, an der unterhalb Lüttich bei einem Gefälle von 9,5 m in einer Anlage von 20 000 kW jährlich 80 Millionen kWh erzeugt werden könnten; — die obere Maas ließe sich auf eine Jahreserzeugung von 180 Mill. kWh ausbauen, wofür allerdings die jetzt vorhandenen Schleusen entfernt und das vorhandene Gefälle in wenigen Stufen konzentriert werden müßte. (Im Anschluß an den belgischen Maas-Ausbau könnten in Holland bei 23 m Gefälle Kraftwerke mit einer Gesamtjahreserzeugung von 160 Mill. kWh errichtet werden.)

Am Kanal Luxhe—Antwerpen könnten in fünf Kraftwerken von 1800 bis 6000 kW Leistung jährlich 112 Mill. kWh erzeugt werden. Alle diese Werke liegen an schiffbaren Wasserläufen.

An den Ardennenflüssen ließen sich auch einige Kräfte gewinnen, die aber nicht sehr bedeutend sind, so an der Ourthe, Lienne, Amblève, Vesdre, Vierre, Semoy und Lesse; eine zahlenmäßige Uebersicht dieser Wasserkräfte ist nicht gegeben.

2. Die Tschechoslowakei kann rund 1 265 000 kW ausnutzen, von denen zurzeit nur etwa 9% ausgebaut sind, letztere hauptsächlich in Böhmen. Es sind die hauptsächlich für Wasserkraft in Betracht kommenden Flüsse angegeben, aber nur mit ihrem in der übrigen Welt unbekannten tschechischen Namen, so daß hier auf eine Wiedergabe verzichtet werden muß.

Auf die einzelnen Landesteile verteilen sich die Wasserkraftwerke wie folgt:

	Ausgebaut	Unausgebaut	Insgesamt
Böhmen	73 600	368 000	441 600
Mähren	11 000	47 800	58 800
Schlesien	5 900	23 500	29 400
Slovakei	22 000	548 000	570 000
Karpatho-Ruthenien	1 500	165 700	167 200
Im ganzen:	114 000	1 153 000	1 267 000

Hiervon werden jetzt 38 000 kW zur Elektrizitätserzeugung genützt — projektiert sind 485 000 kW.

3. Dänemark hat bisher keine größeren Wasserkraftanlagen. Die Niederschlagshöhe schwankt zwischen 555 und 675 mm jährlich. Im Kriege stieg der Kohlenpreis von 20 auf 250 Kronen je Tonne. Nach dem Kriege sind einige Anlagen mit insgesamt weniger als 2000 kW erbaut worden; es liegen noch weitere Projekte vor, aber alles nur für kleinere Werke.

4. Deutschland hat leider keine Uebersicht seiner Kraftquellen gegeben.

5. Estland, das südlich vom finnischen Meerbusen auf einem flachen Plateau liegt, welches steil von einer mittleren Höhe von 52 m zum Meer abfällt, hat eine Niederschlagsmenge von i. M. 544 mm. Größere Kraftwerke sind an der Narowa möglich, und zwar 11 000 kW

[1]) Es waren meines Wissens Vertreter der „Frankfurter Zeitung" und der „Deutschen Allgemeinen Zeitung" anwesend.

[2]) Ueber Kohle und andere Kraftquellen soll hier nicht ausführlich berichtet werden.

Digitized by Google

bei Osnut und 55 000 kW bei Narwa. Diese Werke können durch den 3600 qkm großen Peipus-See in nahezu idealer Weise ausgeglichen werden.

Von anderen Flüssen verdient nur die Pernau Erwähnung, an der drei Anlagen von insgesamt 4750 kW möglich sind.

An der Narowa bei Narwa werden zurzeit von der Krenholmschen Tuchmanufaktur nahezu 10 000 kW genützt.

5. Finnland, das Land der tausend Seen, verfügt bekanntermaßen über einen sehr großen Schatz an Wasserkräften, von denen 1875 rund 18 000 kW und 1920 rund 142 000 kW ausgebaut waren.

Der gesamte Energievorrat der finnländischen Wasserläufe wird zu 1 870 000 kW bei Mittelwasser angegeben; einer der bedeutendsten Kraftträger ist, wie bekannt, der Nuoksen mit 280 000 kW; er steht nur dem Kemi mit 338 000 kW nach.

Die projektierten Kraftanlagen des Nuoksen (mit den Imatrafällen) sehen einen Ausbau auf 450 000 kW vor bei einer jährlichen Erzeugung von 2000 Mill. kWh.

Diese Kraftwerke sollen der Elektrizitätserzeugung dienen, wozu von den bestehenden Anlagen etwa 60% verwandt werden.

6. Frankreich nützt zurzeit an 1 000 000 kW; für die nächste Zeit ist der Ausbau von weiteren 4 Mill. geplant und zwar an der Rhone, dem Rhein (!), der Isère, Durance und Dordogne. Frankreich hat sorgfältige Pläne zur Elektrisierung des ganzen Landes durch ein Netz von untereinander verbundenen Wasserkraftwerken ausgearbeitet, über die zu berichten hier zu weit führen würde.

7. Groß-Britannien, die Heimat der Steinkohle, hat bisher dem Ausbau von Wasserkräften nur wenig Beachtung geschenkt. Erst im Jahre 1917 hat der Staat dieser Frage seine Aufmerksamkeit gewidmet. Es sind eben in den Vereinigten Königreichen etwa 180 000 kW ausgebaut. Projekte sind dem Board of Trade angemeldet für im ganzen 244 500 kW, davon entfallen auf

England	6 500 kW,
Wales	39 500 kW,
Schottland	198 500 kW.

Weiter sind in Schottland noch zirka 100 000 kW ausbaufähig, in Irland 187 000 kW.

8. Italien, eines der bedeutendsten Wasserkraftländer Europas, nützt gegenwärtig 1 120 000 kW, während 450 000 im Bau sind und weitere Projekte für 4 500 000 kW vom Staat konzessioniert sind.

Der größte Teil dieser Anlagen, über zwei Drittel, liegt in Nord-Italien, im Gebiet der Alpen. Die verschiedenen Kraftwerke sind durch ein ausgedehntes Hochspannungsnetz miteinander verbunden, was von besonderer Bedeutung ist, wenn man berücksichtigt, daß die Alpenflüsse ihr Hochwasser im Sommer, die Apenninenflüsse dagegen im Winter haben.

Der mittlere Wasserkraftvorrat Italiens wird auf 5,15 Mill. kWh geschätzt und zwar für

Nord-Italien	3 300 000 kW,
Mittel-Italien	900 000 kW,
Süd-Italien	950 000 kW.

In Italien ist ein sehr sorgfältiger hydrographischer Dienst eingerichtet — 866 Pegel werden beobachtet —; die Regenstationen stammen zum Teil noch aus dem 18. Jahrhundert.

9. Die Niederlande haben keine nennenswerten Wasserkräfte (s. oben unter Belgien); als Kuriosum mag angeführt werden, daß hier negative Wasserkräfte in bedeutendem Maße vorhanden sind — es muß das Wasser aus den tief liegenden Poldern in das Meer gepumpt werden.

10. Norwegens Wasserkräfte werden auf über 9 Mill. kW geschätzt, wovon zurzeit etwa 1 000 000 kW ausgebaut sind; ein großer Teil dieser Werke (42%) wird für elektrometallurgische und elektrochemische Zwecke ausgenützt. Hierfür sind drei Anlagen von je über 100 000 kW im Betrieb.

Interessant ist die Hydrographie Norwegens: im Osten des Landes gibt es Gebiete mit einer mittleren jährlichen Niederschlagshöhe von nur 300 mm, während an der Küste der Niederschlag eine Höhe von über 3000 mm erreicht (im Mittel des ganzen Landes 1200 mm). Entsprechend ist die Abflußmenge der Flüsse auch sehr verschieden. Die mittlere kilometrische Spende wechselt von 11,5 l/sec. bis zu 162,4 l/sec., während die Wasserklemmenspende von 1–2 l/sec. schwankt und nur in wenigen Fällen über 4–5 l/sec. steigt; viele Seen bieten gute natürliche Ausgleichsmöglichkeiten.

11. Oesterreich hat durch das Bundesministerium für Handel und Verkehr eine sehr schöne und klare Uebersicht seiner Wasserkräfte mitgeteilt, woraus wir folgende Tabelle entnehmen:

Mittlere Leistung

	Ausgebaut	im Bau	Noch verfügbar bei Ausbau auf 6 Monat. Wasserm.
Burgenland	1 500	—	22 000
Kärnten	41 000	16 500	425 000
Nieder.-Oesterr. m. Wien	59 500	16 500	262 000
Ober-Oesterreich	50 000	19 500	340 000
Salzburg	31 000	14 000	263 000
Steiermark	58 500	17 000	586 000
Tirol	58 000	1 500	606 000
Vorarlberg	21 500	12 000	116 000
Im Ganzen:	324 000	95 500	2 620 000

Der stellvertretende Vorsitzende des österreichischen Komités, Ingenieur Taussig-Wien, betonte in seiner Rede, daß Oesterreich vor dem Frieden von St. Germain eine bedeutende Kohlenförderung hatte, während es jetzt nahezu ausschließlich auf den Import angewiesen ist, und daß daher der Ausbau der Wasserkräfte für Oesterreich von ganz besonderer Bedeutung ist.

12. Rumänien hat außer bedeutende Energiequellen in Form von Kohle, Erdöl und natürlichen Gasen, auch nicht unbedeutende Wasserkräfte, von denen aber so gut wie keine ausgebaut sind und die auch noch kaum erforscht sind: sie werden schätzungsweise für Alt-Rumänien zu 440 000 kW, für Siebenbürgen und das Banat zu 735 000 kW angegeben.

13. Rußland kann auf seinem großen Gebiet mit den gewaltigen Strömen bedeutende Wasserkräfte (hauptsächlich in Niederdruckwerken) ausnützen — schon vor dem Kriege wurde dieser Frage große Aufmerksamkeit gewidmet und besonders einige Gebiete, so vor allem Dnjepr und Düna (letztere nicht mehr russisch) besonders im Hinblick auf den Großschiffahrtsweg Ostsee—Schwarzes Meer (Riga—Cherson) genau untersucht. Wie bekannt, ist eben am Wolchow ein Kraftwerk mit nahezu 60 000 kW Leistung im Bau[3]) (schwedische und englische Unternehmungen).

Die Rohwasserkräfte werden geschätzt:

Nord-West-Gebiet (Ostsee u. Weißes Meer)	1 400 000 kW
Nord-Ost-Gebiet	350 000 kW
West-Gebiet	200 000 kW
Zentral-Rußland	600 000 kW
Ural	350 000 kW
Südwesten	200 000 kW
Südliches Industrie- und Kohlen-Gebiet	800 000 kW[4])
Schwarzerdgebiet	250 000 kW
Südosten	220 000 kW
Zusammen für das europäische Rußland	4 370 000 kW
Kaukasus	12 000 000 kW[5])

Ausgebaut sind rund 530 000 kW.

14. Schweden hat einen verhältnismäßig großen Teil seiner Wasserkräfte ausgenützt und zwar 1,04 Mill. kW von rund 6,5 Mill. kW.

		ausgenützt	nutzbar
Süd- und Mittel-Schweden	(53%)	813 000	1 540 000
Unter-Norrland	(6,7%)	133 000	1 980 000
Ober-Norrland	(2,38%)	94 000	3 940 000

[3]) Siehe diese Z. 1924, H. 12, S. 209.
[4]) Davon Dnjepr allein 600 000 Kw.
[5]) Davon namentlich angeführt 1 800 000 Kw, einige Anlagen im Bau.

Digitized by Google

Der größte Teil der Kraftwerke dient der Elektrizitätserzeugung.

Die Niederschlags- und Abflußverhältnisse weisen ähnliche Schwankungen auf wie in Norwegen. In Süd- und Mittelschweden spielen die Seen als Ausgleichbecken eine große Rolle.

15. Die Schweiz ist das in der Elektrisierung am weitesten vorgeschrittene Land der Welt — der jährliche Verbrauch an Strom für Licht, Kraft und Heizung betrug 1922 1530 Millionen kWh oder rund 400 kWh auf den Kopf der Bevölkerung (Erzeugung 750 kWh auf den Kopf der Bevölkerung).

Für Elektrochemie und elektrometallurgische Zwecke wurden 1922 650 Millionen kWh oder 23,4% der Erzeugung verbraucht. Ausgeführt wurden 460 Mill. kWh, gleich 16% der Erzeugung.

Im ganzen wurden bei einem Maschineneinbau[6]) von 1 100 000 kW im Jahre 1922 erzeugt 2760 Mill. kWh, während eine Erzeugung von 5000 Mill. kWh möglich gewesen wäre.

Es könnten noch etwa 8 Mill. kW ausgebaut werden (Maschinenleistung).

16. Spanien verfügt gleichfalls über gute Wasserkräfte; ausgebaut sind 925 000 kW, im Bau 1 585 000 kW und zum Bau genehmigt 730 000 kW, wobei etwa die Hälfte dieser Wasserkräfte auf das Stromgebiet des Ebro entfällt.

17. Ungarn ist durch den Ausgang des Krieges seiner sämtlichen Energiequellen beraubt worden.

Von den übrigen Staaten Europas liegen keine Angaben vor.

An einem anderen Orte werden die gesamten Wasserkräfte Europas zu 48 Millionen kW geschätzt, doch ist diese Zahl nur als sehr rohe Annäherung zu betrachten — tatsächlich wird sie wesentlich höher sein.

Von außereuropäischen Ländern liegen nur vereinzelt Angaben vor, die allerdings zum Teil sehr sorgfältig und ausführlich bearbeitet sind.

Asien.

1. Russisch-Asien. Die unausgenützten Wasserkräfte Sibiriens sind zweifellos sehr groß, aber noch vollkommen unerforscht; — verschiedene russische Autoren machen Zahlenangaben, die in so weiten Grenzen schwanken, daß sich ihre Wiedergabe hier nicht lohnt, jedenfalls können in diesem riesigen Gebiet über 20 Mill. kW nutzbar gemacht werden. Auch an den Strömen Turkestans sind gewaltige Wasserkräfte vorhanden, im ganzen vielleicht 10 Mill. kW, an einzelnen Wasserläufen wird die kilometrische Energie für lange Strecken auf über 6000 kW/km angegeben.

2. China hat seine Wasserkräfte noch nicht erforscht und nennt keine Zahlen, doch wird angegeben, daß die wasserreichen Flüsse des Landes in ihrem Oberlauf zum Teil großes Gefälle haben, also durchaus ausbauwürdig sind.

3. Japan hat in den Jahren 1910—1913 und 1918—1923 einen Wasserkraftkataster aufgestellt, der auf sorgfältigen Messungen beruht, die weiter fortgeführt werden, vor allem auch Wassermengenmessungen, verbunden mit einem ausgedehnten Netz von meteorologischen und Regenmeßstationen.

Die ausbauwürdigen Wasserkräfte Japans werden wie folgt angegeben:

Distrikt	Zahl der Kraftwerke	6-monatl. Kraft kW
Sapporo	265	640 000
Sendai	653	1 730 000
Tokio	705	3 820 000
Nagoya	392	2 260 000
Osaka	510	1 150 000
Kumamoto	297	760 000
Zusammen:	2 822	10 360 000

Ausgebaut sind 650 Kraftwerke mit 1 250 000 kW, im Bau 182 Werke mit 1 000 000 kW (1922).

4. Indiens Wasserkräfte sind aus folgender Tabelle zu ersehen, in der die durchschnittliche Leistung angegeben ist, wobei zu beachten ist, daß in Indien wie in anderen tropischen Ländern Regen- und Dürre-Perioden miteinander abwechseln.

Provinz od. Staat	In Betrieb kW	od. unausgebaut kW	Im Ganzen kW
Assam	—	450 000	450 000
Bengal	600	650 000	650 600
Bizar und Orissa	—	63 000	63 000
Bombay	205 400	525 000	730 400
Burma	3 400	950 000	953 400
Central-Provinzen	—	140 000	140 000
Kachmir	2000	300 000	302 000
Madras	750	90 000	90 750
Myrore	28 500	20 000	48 500
Punhab	1 900	800 000	801 900
Vereinigte Provinzen	4 400	400 000	404 400
Uebriges Indien	9 850	1 000 000	1 009 850
Summe:	256 800	5 388 000	5 644 800[7])

Von den unausgebauten Wasserkräften sind 1 158 000 kW untersucht worden — der Rest beruht auf Schätzung.

Der Bau von Wasserkraftanlagen in Indien, besonders an den Hängen des Himalaya stößt auf große Schwierigkeiten, von denen vor allem die enormen plötzlichen Hochwasser zu nennen sind, die große Mengen von Schlamm, aber auch Bäume und anderes mit sich führen. Auch die Verkehrswege müssen erst neu geschaffen werden, ehe an den Ausbau einer Großkraftanlage geschritten werden kann. Als interessantes Detail mag hier angeführt werden, daß solche Eisenbahnen nicht hochwasserfrei angelegt werden, sondern an einigen Tagen im Jahr, an denen der Verkehr ruht, viele Meter hoch überflutet werden.

5. Niederländisch Indien schätzt seine ausbauwürdigen Wasserkräfte auf 10 Millionen kW ohne Berücksichtigung der Speichermöglichkeiten. Ausgebaut sind rund 60 000 kW.

Die mittlere Niederschlagshöhe in Java wird zu 3000 bis 4000 mm angegeben, der Abflußkoeffizient soll gut sein.

Große Schwierigkeiten verursacht der Bau von Hangkanälen, da die Hänge fast durchweg steil und rutschig sind, so daß in der Regel Stollenbauten erforderlich werden.

Auch hier wie in Indien wechseln Regen- und Dürreperioden, wobei letztere allerdings meist durch kleinere Regenfälle unterbrochen werden.

Afrika.

Es liegt nur ein Bericht von South Rhodesia vor; der Bericht der Südafrikanischen Union ist noch nicht im Druck erschienen.

Die Flüsse S. Rhodesias haben einen sehr unregelmäßigen Abfluß, dank dem scharfen Wechsel zwischen Regen- und Dürreperioden. Wasserkräfte sind hier noch so gut wie gar keine ausgebaut.

Der Hauptkraftträger ist der Zambesi, der bei den Viktoria-Fällen 165 000 kW, in der Kariba-Schlucht 55 000 kW geben würde und auch noch an der Mapata-Schlucht ausgebaut werden könnte. (Hierfür sind keine Zahlen gegeben.) Die übrigen ausbauwürdigen Wasserkräfte des Landes werden auf rund 100 000 kW geschätzt; — der Kraftbedarf ist zurzeit noch sehr gering.

An anderm Orte wird die Gesamtmenge der Wasserkräfte Afrikas zu über 100 Mill. kW geschätzt.

Amerika.

In den Vereinigten Staaten und in Canada sind die weitaus größten Wasserkraftanlagen der Welt gebaut und auch große Kräfte weiter verfügbar — beide Länder haben ausführliche Berichte der Konferenz vorgelegt (Canada einen reich illustrierten Band von 350 S. — Die Schriften der Ver. Staaten sind leider noch nicht vollständig im Druck erschienen, es fehlt vor allem die zusammenfassende Darstellung.)

[6]) Sonst ist stets die mittlere Leistung angegeben.

[7]) Außerdem im Himalaya etwa 7—8 Mill. Kw.

Digitized by Google

Canadas Wasserkräfte verteilen sich auf die Provinzen wie folgt:

Provinz	Ausbau kW	Ausbaufähige 6-mon. Leistung[8])
Britisch Columbia	260 000	3 760 000
Alberta	24 300	835 000
Saskatchewan	—	790 000
Manitoba	119 100	4 440 000
Ontario	1 063 000	5 010 000
Quebec	820 000	8 560 000
Neu-Braunschweig	32 800	89 000
Nova Scotia	40 000	94 000
Prinz-Edwards-Insel	1 600	4 000
Yukon u. Nord-West Territor.	9 200	202 000
Summe:	2 370 000	23 784 000

Im Bau sind Anlagen von über 500 000 kW und für weitere 300 000 bis 400 000 kW liegen fertige Projekte vor. Der Ausbau der Wasserkräfte ist jetzt 0,26 kW je Kopf der Bevölkerung. Als besonders günstig ist es zu bezeichnen, daß die meisten und besten ausbaufähigen Wasserkräfte in Gebieten liegen, in denen auch in absehbarer Zukunft der Bedarf am größten sein wird, nämlich im wirtschaftlich hochentwickelten Südosten des Landes.

Die eingebauten Wasserkräfte verteilen sich auf die verschiedenen Industriezweige wie folgt:

Provinz	An der Turbine inst. HP: Elektrizitätsversorgung	Holzstoff und Papier	Andere Industrie	Bevölkerungszahl	Installierte H P pro 1000 der Bevölkerung
Britisch Columbia . .	242 401	55 140	57 976	553 500	642
Alberta . . .	32 380	—	687	634 200	52
Saskatchewan .	—	—	—	814 200	—
Manitoba . . .	145 625	—	16 400	642 800	252
Ontario . . .	1 142 403	174 189	128 888	3 028 900	477
Quebec	791 795	237 232	87 371	2 443 500	457
Neu-Braunschweig . . .	23 613	13 728	7 198	396 900	112
Nova Scotia . .	23 196	17 331	14 423	532 600	103
Pr. Edward Insel	288	—	1 951	88 000	25
Yukon in NWs.	10 C00	—	3 199	11 400	1 158
Canada	2 411 701	497 620	318 093	9 146 000	350

Der Verbrauch von Elektrizität ist sehr groß und die Strompreise niedrig.

Es mögen noch die größten Kraftwerke namentlich genannt werden:

Niagara Kraftwerk	515 000 kW	(zwei Werke)
Cedars Rapid	145 000 kW	(St. Lorenzstrom)
Shawinigan	141 000 kW	(St. Lorenzstrom)
Grand Mere	129 400 kW	(St. Lorenzstrom)

Ueber diese Werke ist seinerzeit auch in deutschen Zeitschriften berichtet worden.

Vereinigte Staaten. — Hier ist leider die Gesamtübersicht nicht erschienen. — Die ausbaufähigen Wasserkräfte der V.St. werden zu 54 Millionen kW angegeben.

Hier sei eine Tabelle mitgeteilt, welche die in den öffentlichen Wasserkraftelektrizitätswerken im Jahre 1922 erzeugten kWh angibt:

Staat	1000 kWh	Bevölker. 1920	kWh je Kopf der Bev.
Californien	3 776 998	3 426 861	1090
Illinois	191 827	6 485 280	29,4
Indiana	49 263	2 930 390	17
Jowa	629 943	2 404 021	262
Massachusetts	361 147	3 852 356	93,5
Michigan	692 122	3 668 412	188,5
Minnesota	342 480	2 387 125	143,6
Montana	29 250	3 404 055	88,4
New Jersey	2 003	3 155 900	0,7
New York	2 951 818	10 385 227	284,3
Ohio	30 937	5 759 394	5,3
Oregon	365 273	783 389	466
Pennsylvania	497 471	8 720 017	57,1
South Carolina	814 431	1 683 724	483
Texas	3 285	4 663 228	0,7
Washington	1 209 326	1 356 621	895
West-Virginia	24 022	1 463 701	16,7
Wisconsin	499 921	2 632 067	189
Andere Staaten	4 735 848	36 548 852	182,5
Summe:	17 206 465	105 710 620	163

Die gesamte Stromerzeugung (einschließlich Wärmekraftwerke) war 47 659 Mill. kWh gleich 450 kWh je Kopf der Bevölkerung.

Der Stromverbrauch ist, wie ersichtlich, groß, die Preise niedrig.

In Südamerika bietet vor allem der Amazonenstrom nahezu unbegrenzte Möglichkeiten, die aber noch völlig unerforscht sind.

In Britisch Guyana kann allein am Kaietiur-Fall des Potaro-Flusses eine Leistung von etwa ½ Mill. kW gewonnen werden.

Die gesamten Wasserkräfte Nordamerikas werden zu rund 120 Mill. kW geschätzt, die Südamerikas zu 70 Mill. kW — doch sind dies nur ganz rohe Schätzungen.

Die Wasserkräfte Australiens werden zu etwa 10 Mill. kW angenommen, Polynesien verfügt über annähernd ebensoviel, ausgebaut ist nur wenig.

Neuseeland ist reich an Wasserkräften, etwa 3,6 Mill. kW, ausgebaut sind rund 30 000 kW, und am weiteren Ausbau wird eifrig gearbeitet; Neuseeland gibt auch interessante Daten über die wirtschaftliche Seite der Stromversorgung, über die an anderer Stelle berichtet werden soll.

Damit ist die Uebersicht über die Wasserkräfte der Welt erschöpft, soweit sie dem Kongreß vorlag.

Die Hauptkraftquelle der Welt, soweit sie bei dem heutigen Stande der Technik nutzbar sind, bildet noch immer der Kohlenvorrat. Hier sollen nur wenige Daten angeführt werden, die einem Aufsatz von Sir Richard Redmayne entnommen sind; danach sind die Kohlenvorräte der Welt in Millionen Tonnen:

Erdteil	Anthrazite	Bituminöse Kohle	Braunkohle etc.	Zus.
Europa	54 346	693 162	36 682	784 190
Asien	407 637	760 098	111 851	1 279 586
Afrika	11 662	45 123	1 054	57 839
Amerika	22 547	2 271 080	2 811 906	5 105 528
Austr. u. Ocean.	659	133 481	36 270	170 410
Zusammen:	496 816	3 902 944	2 997 763	7 397 553

Hierin sind alle Flöze von 1 Fuß Dicke bis zu einer Tiefe von 4000 Fuß, und von zwei Fuß bis zu 6000 Fuß eingerechnet.

Nach dem Stande der jetzigen Förderung werden diese Vorräte für im ganzen etwa 1000 Jahre ausreichen, in Amerika am längsten und zwar für etwa 2000 Jahre, während z. B. die englischen und belgischen Vorräte in 400—500 Jahren erschöpft sein werden.

Die übrigen Brennstoffe sind in viel geringerem Maße vorhanden; so wird der Torfvorrat zu etwa 4% des Kohlenvorkommens geschätzt, während die Erdölvorräte schon in wenigen Jahrzehnten erschöpft sein werden.

Der Zukunft wird es vorbehalten sein, wirtschaftliche Möglichkeiten zu finden, die große potentielle Energie der Windkraft und vor allem die gewaltigen Energiemengen der Sonnenstrahlung zum Besten der Menschheit nutzbar zu machen.

Eine weitere Möglichkeit, große Kraftmengen zu gewinnen mag noch in der Zerlegung der Atome und Freimachung der ungeheuren Energie gefunden werden, die hier gebunden ist, wenngleich diese Möglichkeit noch in weiter Ferne zu liegen scheint. Immerhin können wir

[8]) Diese Zahlen beruhen auf sorgfältigen Messungen.

Digitized by Google

sicher annehmen, daß nach Jahrtausenden unsere Nachkommen Mittel und Wege finden werden, ihren Energiebedarf zu decken, dem gegenüber der unsere wohl verschwindend klein erscheinen wird.

Die nächsten Sitzungen waren der wirtschaftlichen Seite der Kraftversorgung gewidmet. — Hier waren die Verhandlungen zum Teil recht interessant, da die Kongreßleitung einige bekannte Führer der englischen Wirtschaft aufgefordert hatte, bei dieser Gelegenheit zu sprechen — so führte, um nur einen Namen zu nennen, Sir Robert Horne, der langjährige britische Finanzminister, den Vorsitz in einer der Sitzungen.

Der Grundton der Verhandlungen war der, daß nach dem Kriege eine allgemeine Verarmung eingetreten sei und das einzige Mittel, den Standard der Lebenshaltung zu erhalten und die Verluste wieder gut zu machen, in einer intensiven Erhöhung der Produktivität läge.

Es wurde zum Vergleich die Zeit nach den Napoleonischen Kriegen herangezogen und darauf hingewiesen, daß hier eine Epoche von weittragenden Erfindungen einsetzte, die es ermöglichte, in verhältnismäßig kurzer Zeit die Produktivität in ungeahntem Maße zu steigern und dadurch einen wesentlich größeren Wohlstand zu erreichen, als er vorher bestanden hatte; es sei nur an die Dampfmaschine und die Eisenbahnen erinnert.

Es wurde darauf hingewiesen, daß die Ausnützung der potentiellen Energie (bei Steinkohle der vollen kalorischen) außerordentlich gering sei und weitgehend verbessert werden könnte; es wurden folgende Nutzungsfaktore angeführt:

Groß-Britannien	3,88%	der	potentiellen	Energie
Vereinigte Staaten	8,40%	„	„	„
Frankreich	16,70%	„	„	„
Deutschland	6,00%	„	„	„
Italien	32,10%	„	„	„
Schweiz	36,20%	„	„	„
Durchschnitt (gewogen)	8,36%	„	„	„

Diese Tabelle zeigt deutlich, wie sehr eben die Wasserkraftnützung der Wärmekraftnutzung überlegen, und wie verbesserungsbedürftig letztere ist.

Große Hoffnungen werden auf eine umfassende Elektrisierung gesetzt, da hierbei, ohne Berücksichtigung der Abwärmenutzung und Abfallverwertung, etwa 50% des Kohlenverbrauchs gegenüber dieser Krafterzeugung in Einzelbetrieben erspart werden können. — Bei weiterem Ausbau der Wasserkräfte wird diese Ersparnis noch wesentlich steigen. (Vgl. schweizerische und italienische Verhältnisse.)

Es sind zweierlei Arten des Energiebedarfes zu unterscheiden: erstens für die Industrie, hauptsächlich für die Schwerindustrie, wo der Preis eine verhältnismäßig geringe Rolle spielt, da der Anteil der Kraft an den Gesamtkosten der Erzeugung nur etwa 3—4% beträgt. — Hier kommt es vor allem darauf an, genügend Kraft zu jeder Zeit zur Verfügung zu stellen.

Ein Teil der Industrie und das große Publikum verlangt aber in erster Linie billigen Strom.

Das beste Mittel, um beiden Zielen zu begegnen, wird allgemein in einer weitgehenden Sammelschienen-Politik gesehen (Superpower). An die großen Stromversorgungsnetze, die in einzelne unter einander verbundene Bezirke aufgeteilt sind, sollen nach Möglichkeit alle Kraftquellen (einschl. Hochöfen usw.) angeschlossen sein, ebenso wie alle Stromabnehmer, so daß ein vollkommener Ausgleich von Angebot und Nachfrage stattfinden kann. Durch den Zusammenschluß der verschiedenartigen Verbraucher wird naturgemäß auch der Belastungsfaktor wesentlich gebessert — es gibt jetzt schon Bezirke, wo er 80—90% der Vollast beträgt (Norwegen).

Weiterhin wurde hervorgehoben, daß eine sehr große Brennstoffersparnis möglich und notwendig ist — erstens durch rationelle Heizungsmethoden, zweitens durch Verwertung der Abfallprodukte und auch durch Verwendung minderwertiger Brennstoffe bis zu Müll; leider haben sich die Vertreter Deutschlands, dessen Wärmewirtschaft wohl die am besten entwickelte und am feinsten ausgebildete ist, sich zu dieser Frage nicht geäußert, wie sie denn überhaupt sich einer zu großen Zurückhaltung befleißigten.

Die wenigen deutschen Redner, die auftraten, wurden von der Versammlung durchaus sympathisch begrüßt. Es mag hier bemerkt sein, daß der Kongreß in erster Linie ein Kongreß der englisch sprechenden Völker ist, die bei weitem am zahlreichsten und besten vertreten sind durch Männer der Technik, Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft. Es konnte z. B., ohne Widerspruch zu erregen, der Vorschlag gemacht werden, das englisch-amerikanische Maßsystem zukünftigen Verhandlungen und Veröffentlichungen internationaler Art als Einheitsmaß zugrunde zu legen!

Sir Ernest Harvey, der bekannte Bankier, betonte die Bedeutung einer festen Währung für die Finanzierung von Kraftanlagen, die bei der nur geringen Verzinsung, die sie abwerfen können, absolut sicher sein müssen, um das internationale Kapital anzuziehen. Umgekehrt sei es schwer, Anleihen in einer momentan niedrig stehenden Währung, die sich wahrscheinlich in absehbarer Zeit bessern würde, im Ausland zu begeben; so hat Canada, das in Dollars rechnet, seine großen Wasserkräfte nur zum Teil in England, hauptsächlich aber in den V.St. finanziert, da £ 100 000 eben gleich $ 440 000 sind, nach der Goldparität aber $ 486 000, welche Summe evtl. zurückgezahlt werden müßte.

Die Länder des europäischen Kontinents kommen auf längere Zeit als Geldgeber nicht mehr in Betracht. — Sir Ernest Harvey bemerkt in seinem Aufsatz, daß die deutschen Großbanken sich ihren Kredit und guten Ruf bewahrt haben.

Er kommt zu dem Schluß, daß zur Stabilisierung der Währung eine Rückkehr zur Goldbasis erforderlich ist, eine Meinung, der von verschiedener Seite widersprochen wurde (hauptsächlich von Franzosen), da es möglich sei, auch auf andere Art, etwa hypothekarische Belastungen (vergl. Rentenmark) und äußerste Vorsicht in der Handhabung der Notenpresse genügende Sicherheiten zu schaffen.

Von skandinavischen Rednern wurde die Erfordernis einer internationalen Energiewirtschaft hervorgehoben, da es Staaten gibt, die, wie Schweden und Norwegen, weit mehr Kraft erzeugen können, als sie in absehbarer Zeit verbrauchen können, während andere, wie z. B. Dänemark und große Teile von Norddeutschland, Kraft, sei es in Form von Kohle oder Oel, sei es unmittelbar in Form von elektrischem Strom, einführen müssen. — Da nun auf gewisse Entfernungen der Transport von Strom wesentlich billiger ist, als der von Kohle, so ist in diesen Fällen der Strombezug aus dem Auslande die beste Lösung. Die Schweiz exportiert jetzt schon nahezu 500 Mill. kWh[9]) jährlich, d. s. 16% ihrer Erzeugung (hauptsächlich nach Frankreich); Dänemark steht in Verhandlungen wegen Strombezugs mit Norwegen und Schweden.

In Zukunft (jetzt ist der Schweizer Bedarf, auch für Winterkraft, aus eigenen Werken, besonders nach Fertigstellung des großen Wäggital-Speicherwerks gedeckt) ist ein Zusammenarbeiten der sich ergänzenden Schweizer Werke mit Spätsommer-Hochwasser, des Rheins mit Frühsommerhochwasser und der badischen Schwarzwaldwasserkräfte mit ihrem Winter- und Frühlingsmaximum in Aussicht zu nehmen.

Die wichtigsten Fragen der Weltkraftwirtschaft sind:

1. Schaffung von genügendem Absatz auch für die Abfallenergie;
2. richtige Wärmewirtschaft und rationelle Verwertung der Nebenprodukte und Abfälle;
3. Schaffung von stabilen Währungen, so daß sich der internationale Geldmarkt an der Finanzierung der Kraftprojekte beteiligen kann;
4. Schaffung internationaler Regelung des Kraftexports und Imports;

[9]) Bei einer Leistung bis zu 144370 Kw.

Digitized by Google

5. Zweckentsprechende Gesetzgebung und richtige Förderung der Kraftwirtschaft in den einzelnen Staaten.

Dieser Punkt führt uns zum nächsten Verhandlungsgegenstand Gesetzgebung und Regierungspolitik.

Vorweg sei hier gesagt, daß die Ansicht der Versammlung ausdrücklich dahin ging, daß die Kraftwirtschaft vom Staate gefordert und überwacht werden müsse, keinesfalls aber in eigener Verwaltung als Regiebetrieb ausgeübt werden dürfe; besonders die Amerikaner[10]) vertraten eindrucksvoll den Standpunkt der Privatwirtschaft.

Als Beispiel wurden die Eisenbahnen angeführt und hervorgehoben, daß die einzigen Staatsbahnen, die mit Erfolg gewirtschaftet hätten, die französischen und die Süd-Afrikanischen gewesen seien — überall sonst habe sich der Staatsbetrieb als unrentabel erwiesen.

Für den Staatsbetrieb wird angeführt, daß er keine Steuern zu zahlen braucht und daß er die Möglichkeit hat, durch Anleihen billiges Kapital zu beschaffen.

Hiergegen wird bemerkt, daß die Steuerfreiheit der Staatsbetriebe nur eine scheinbare sei, da der Staat den Steuerausfall aus dieser Quelle an anderer Stelle decken muß.

Die Möglichkeit, das Anlagekapital billig zu beschaffen, ist wohl ein nicht zu unterschätzender Vorteil, besonders wo, wie bei Wasserkraftanlagen, Tilgung und Verzinsung eines Kapitals den größten Teil der Kosten ausmachen, wird aber von untergeordneter Bedeutung, wo, wie bei Dampfanlagen und auch bei Leitungen, die sonstigen Betriebskosten überwiegen.

Gegen den staatlichen Betrieb sprechen sehr viele Gründe, von denen hier nur einige angeführt werden mögen:

die anerkannte Unfähigkeit des Staates, wirtschaftlich zu arbeiten;

die Ueberlegenheit der privaten Initiative und Technik der staatlichen gegenüber;

die Möglichkeit des Ueberwiegens politischer Interessen in rein wirtschaftlichen Fragen, usw.

Diese Beschränkung des Staates auf seine gesetzgeberischen und überwachenden Funktionen schließt aber eine privatwirtschaftliche Beteiligung des Staates an Kraftunternehmungen und eine wirksame Unterstützung derselben keineswegs aus[10]) — im Gegenteil — hier steht dem Staat ein weites Feld der Betätigung offen.

In Großbritannien kann die Regierung auf Grund des „Trade Facilitus Act" den Tilgungs- und Zinsendienst einer Anleihe für eine Anlage garantieren, wenn die Maschinen und das Material im Inlande beschafft werden. Von dieser Möglichkeit ist schon weitgehender Gebrauch gemacht worden; allerdings nicht für Kraftwerke, sondern für Erweiterung und Elektrisierung von Eisenbahnen.

Weiter ist hier eine Beteiligung des Staates bis zu 50% des Kapitals vorgesehen. Diese Gesetze sind im Hinblick auf die große in England herrschende Arbeitslosigkeit entstanden. Es mag im Zusammenhang hiermit noch erwähnt werden, daß die Regierung auch Exporteuren von britischen Waren wesentliche Kredite gewährt.

Fast in allen Staaten sieht das Gesetz eine Kontrolle über die Wasserkraftunternehmungen vor, und eine Genehmigungspflicht bei der Errichtung neuer Anlagen.

Interessant ist es, daß in den kontinentalen Staaten, deren Gesetzgebung auf dem römischen Recht beruht, die Kraft des fließenden Wassers grundsätzlich als Staatseigentum betrachtet wird; wogegen in Skandinavien und England, deren modernes Recht auf den alten (germanischen) Landesrechten beruht, der Grundeigentümer auch Eigentümer des fließenden Wassers ist, natürlich mit verschiedenen Einschränkungen, die eine rationelle Wasserkraftnutzung letzten Endes auch gegen seinen Willen ermöglichen.

Amerika und Canada haben eine gemeinsame ständige Kommission gebildet, welche alle Fragen, die gemeinsame rund 3000 km lange Wassergrenze (Niagara, St. Lorenz) betreffend, zu prüfen haben. Die Tätigkeit dieser Kommission, die mit weitgehenden Rechten ausgestattet ist, wird beiderseits als sehr segensreich empfunden.[11]) (W. 161.)

(Fortsetzung folgt.)

C. v. Gruenewaldt,
Obering. der Ludin A.-G., Karlsruhe.

[10]) U. a. der Finanzminister Hoover, der selbst Ingenieur ist.
[11]) Vergleiche auch meinen Aufsatz in Nr. 5 der „Deutschen Wasserwirtschaft" 1924.
[12]) Sollte sich eine derartige Kommission nicht auch von Baden und Württemberg zur Regelung der Donauversickerungsfrage bilden lassend

Fortschritte im Ausbau von Nieder- und Hochgefällsanlagen.

Von Dr.-Ing. Hahn, Heidenheim a. Br.

Das Bedürfnis, den Ausbau von Niederdruckanlagen dadurch wirtschaftlicher zu gestalten, daß bei möglichst großer Schluckfähigkeit der einzelnen Turbinenaggregate auch die Umdrehungszahl gesteigert wird, führte im Laufe des letzten Jahrzehnts zur Entwicklung neuer schnellaufender Turbinentypen. Ein besonderes Kennzeichen der Laufräder dieser neuen Schnelläufer ist das Fehlen des äußeren Laufradkranzes, wodurch sie den Schiffspropellern ähnlich und deshalb vielfach auch als Propellerlaufräder bezeichnet werden. Den Bau dieser Schnelläufer hat Professor Kaplan, der seine ersten, für die neue Turbinenart grundlegenden Patente im Jahre 1913 eingereicht hat, durch seine Forschungen auf diesem Gebiete angeregt. Dabei war für ihn der Gedanke leitend, durch Verminderung der Schaufelzahl und Schaufelflächen die Reibungs- und Wirbelverluste im Laufrad der Turbine soviel als möglich zu verkleinern.

Während die Versuche, die spezifische Drehzahl der Francisturbine über $n_s = 500$ hinaus zu erhöhen, damals kaum noch Erfolg hatten, erreichte Professor Kaplan mit seinen Versuchsrädern bald spezifische Drehzahlen von $n_s = 1000$ und mehr. Allerdings hat sich inzwischen gezeigt, daß diese Drehzahlen nicht für beliebige Verhältnisse erreichbar sind und daß das Anwendungsgebiet der Kaplanturbine aus hydraulischen und konstruktiven Gründen vorläufig noch ein beschränktes ist.

Die hauptsächlichen, durch Patente geschützten Merkmale der Kaplanturbine sind (Abb. 1):

1. Zwischen dem radialen Leitapparat und dem im wesentlichen achsialen Laufrad befindet sich ein größerer schaufelloser Raum.

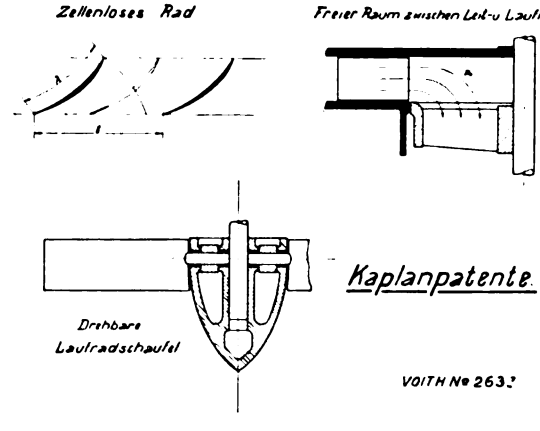


Abb. 1. Kennzeichen der Kaplanpatente.

Digitized by Google

2. Die Laufradschaufeln sind so kurz und besitzen eine so große Teilung, daß sie im Gegensatz zu den bisher üblichen Rädern keine Zellen bilden. Durch diese Maßnahme werden zwar die Reibungsverluste wesentlich verkleinert, gleichzeitig aber die spezifische Schaufelbelastung erhöht.
3. Die Laufradschaufeln werden zur Verbesserung des Wirkungsgrads bei Teilbeaufschlagungen drehbar ausgeführt.

Die Entwicklung der Kaplanturbine in Europa war durch den Krieg stark behindert und Professor Kaplan fand hauptsächlich erst nach demselben Lizenznehmer für seine Turbine. Die Amerikaner, mit denen Professor Kaplan schon vor dem Kriege wegen seiner Patente verhandelt hatte, benützten die Kriegszeit, um ohne Rücksicht auf die früheren Verhandlungen und die Patente Kaplans ihre Propellerturbinen zu entwickeln. Im Gegensatz zu Professor Kaplan führen sie diese Typen heute nur mit festen Laufradschaufeln aus, wobei in den meisten Fällen die Wirkungsgrade der einzelnen Aggregate unter sechs Achtel Beaufschlagung überhaupt nicht in Frage kommen. Auch in Europa wurden neben der Kaplanturbine verschiedene Propellertypen mit festen Laufradschaufeln entwickelt. Diese Typen unterscheiden sich von den Kaplanrädern entweder durch eine größere Schaufelzahl oder eine wesentlich größere Schaufelfläche. Dadurch werden die bei den ersten Kaplanrädern infolge zu hoher Schaufelbelastung eingetretenen Nachteile vermieden und ihr Anwendungsgebiet bezüglich der Größe des Gefälles erweitert. Allgemein gilt für die spezifische Schaufelbelastung folgendes:

Zur Erreichung guter Wirkungsgrade muß die Schaufelfläche umsomehr verkleinert werden, je höher die spezifische Drehzahl dieser Räder ist. Sie muß um so größer werden, je größer das Gefälle und die Saughöhe ist, da bei Ueberschreitung einer bestimmten spezifischen Schaufelbelastung Kavitationen auftreten. Diese Kavitationen drücken den Wirkungsgrad der Turbine stark herab und führen zu einer schnellen Zerstörung der Schaufeln infolge von Korrosionen. Daraus folgt, daß die Kaplanräder mit ihrer weiten Teilung und kleinen Schaufelflächen sich insbesondere für kleine Gefälle und hohe spezifische Drehzahlen eignen, während die nicht unter die Kaplanpatente fallenden Propellerräder mit festen Schaufeln für niedrigere spezifische Drehzahlen und einen größeren Gefällsbereich in Frage kommen.

Während Professor Kaplan in der Hauptsache das achsiale Rad bevorzugte, findet man bei den übrigen Propellerrädern die verschiedensten Ausführungsformen zwischen reiner Konus-Turbine und reiner Achsial-Turbine. Fig. 2 gibt ein schematisches Bild einiger dieser Turbinen. Auch bezüglich der Schaufelzahl bestehen noch verschiedene Ansichten. Dieselbe schwankt zwischen 2 und zirka 10 Schaufeln. Die Schaufellänge ergibt sich für eine gewählte Schaufelzahl aus der für den betreffenden Fall zulässigen spezifischen Schaufelbelastung. Es bleibt also die Wahl zwischen einer größeren Zahl kurzer und einer kleineren Zahl langer Schaufeln.

An ausgeführten Anlagen mit Propellerturbinen haben wir im Gegensatz zu Amerika in Europa heute erst wenige, die besonders bemerkenswert wären. Dagegen ist eine größere Anzahl solcher Turbinen zurzeit im Bau bzw. in Montage begriffen. Genannt sei hier die Anlage Steinbach-Donau-Kachlet der Rhein-Main-Donau A.G., die mit Propellerturbinen von zirka 4,5 m Durchmesser und zirka 9000 PS Leistung ausgeführt werden und von denen die ersten bei der Firma J. M. Voith in Heidenheim bestellt wurden. Fig. 3 zeigt die mit einem der Modellräder von 700 mm Durchmesser erreichten Wirkungsgrade.

Die zurzeit noch stärksten im Betrieb befindlichen Kaplanturbinen laufen in der Anlage Siebenbrunn der Papierfabrik Steyrermühl in Oesterreich, worüber auf Seite dieses Heftes berichtet wird.

Die Wirkungsgrade dieser neuen Schnelläufer erreichen mit ihrem Maximum die gleichen Werte, wie sie auch mit Francisturbinen erreicht werden. Die Wirkungsgradkurven selbst fallen jedoch um so schneller ab, je höher die spezifischen Drehzahlen sind. In Tabelle I sind die Wirkungsgrade einiger Ausführungen bzw. Modellräder für verschiedene Leistungen zusammengestellt.

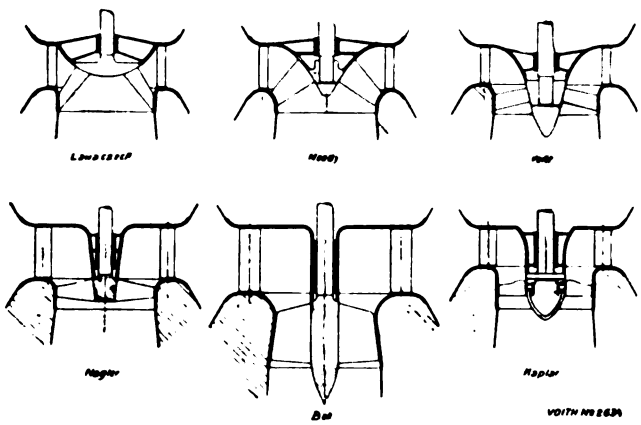


Abb. 2. Propellerradformen.

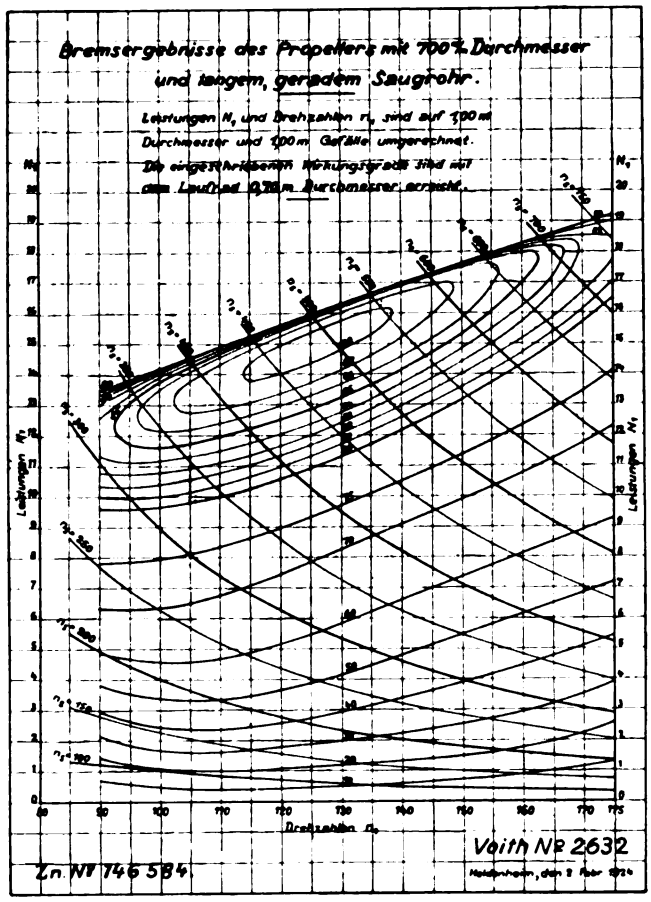


Abb. 3. Bremsergebnisse des Propellerrad-Modelles Kachlet.

Digitized by Google

Zahlentafel I.
Wirkungsgrade.

Leistungen in %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Original-Kaplan (1921)	75	80	81,4	82	82	80,5	75,7	67	56	37 %
Voith-Kaplan	82	83,6	85,2	86,2	86,4	85,5	83,6	81,7	73,7	60 %
Voith-Kaplan Anlage Siebenbrunn, Abnahmeversuche	80,75	85	86,5	86,6	87	86,5	82			%
Kristinehamn-Kaplan	70	73,5	81,5	84	85,5	85,5	84	80,3	73	%
Voith-Propeller . . . . . $n_s = 457$	84	88	84,8	80,8	76,5	71,8	66	58	46	27,5%
Amerikanischer Propeller $n_s = 457$	73	86	82,7	78,4	73,6	68,2	61,7	53	40,5	23,5%
Voith-Propeller . . . . . $n_s = 653$	84,5	86	82,2	77,7	72,1	65,8	58,2	48,7	37,2	22,5%
Amerikanischer Propeller $n_s = 653$	84	83,3	79,3	75	70,6	65,6	60	51,7	39,5	23,5%

Aus dieser Zusammenstellung geht vor allem hervor, daß die im Laufe des letzten Jahres in verschiedenen amerikanischen Zeitschriften aufgestellte Behauptung, der europäische Turbinenbau sei weit hinter den amerikanischen Leistungen zurückgeblieben, heute nicht mehr zutrifft, sondern daß im Gegenteil die amerikanischen Leistungen bereits übertroffen werden.

Da alle diese neuzeitlichen Schnelläufer sowohl in der Wasserzuführung zur Turbine, als auch in seiner Abführung äußerst empfindlich sind, so muß diesem Umstand ein Hauptaugenmerk zugewendet werden. Vor allem ist es die Ausbildung des Saugrohres, der erhöhte Beachtung geschenkt werden muß, da alle diese Räder verhältnismäßig hohe Austrittsgeschwindigkeiten besitzen, die im Saugrohr durch Umsetzen in Druckenergie zurückgewonnen werden müssen.

Was die Projektierung betrifft, so erfordert die Anwendung dieser neuen Typen besonders eingehende Untersuchungen bezüglich Ausnützung der jeweils verfügbaren Wassermenge, insbesondere dann, wenn diese Laufräder bei hohen spezifischen Drehzahlen mit festen Laufradschaufeln ausgeführt werden. Wie bereits bemerkt wurde,

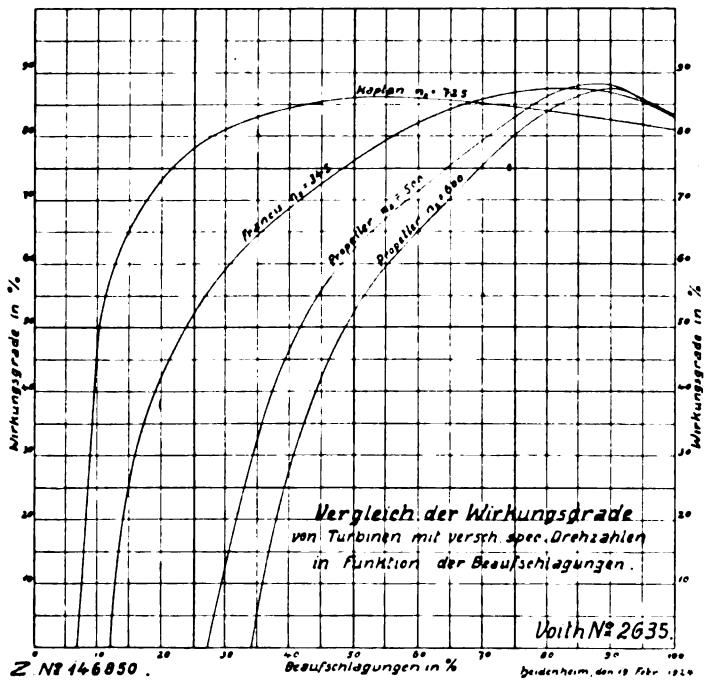


Abb. 4. Wirkungsgradvergleich verschiedener Turbinentypen.

fallen die Wirkungsgradkurven der Turbinen allgemein mit abnehmender Leistung bzw. Beaufschlagung um so schneller ab, je höher die spezifische Drehzahl ist. Dies wird besonders deutlich, wenn, wie in Fig. 4, die Wirkungsgrade in Funktion der Wassermengen aufgetragen werden. Aus dieser Darstellung geht hervor, daß selbst bei einer wesentlichen Verbesserung der Wirkungsgrade der Laufräder mit festen Schaufeln und hohen spezifischen Drehzahlen, die z. B. bei halber Beaufschlagung erreichbaren Wirkungsgrade schon sehr schlecht sind. Die Propellerturbine mit festen Laufradschaufeln kommt deshalb hauptsächlich als Grundbelastungsturbine in Frage, und wenn die kleinste vorkommende Wassermenge so groß ist, daß Teilbeaufschlagungen dieser Turbine unter sechs Achtel bzw. fünf Achtel nicht mehr in Frage kommen. Wechselt die der Anlage zufließende Wassermenge stark, so empfiehlt sich zum mindesten eine Kombination zwischen Propeller- und Kaplanturbine, da letztere den Betrieb wesentlich erleichtert und die Ausnützung der verschiedenen Wassermengen mit hohen Wirkungsgraden gewährleistet.

Das Mißtrauen, das noch vor nicht zu langer Zeit der Anwendung dieser Schnelläufer entgegengebracht wurde, ist heute nicht mehr berechtigt, nachdem bei den für die Entwicklung dieser Räder in Frage kommenden Firmen gründliche Vorarbeiten durchgeführt worden sind, die eine sichere Projektierung dieser Turbinen, insbesondere bezüglich des Gefälles und der zulässigen Saughöhe ermöglichen.

Auch die konstruktiven Schwierigkeiten sind heute bei diesen Turbinen soweit überwunden, daß dieselben bezüglich ihrer Betriebssicherheit ohne weiteres den Francisturbinen an die Seite gestellt werden können.

Der Francisturbinenbau hat sich in bemerkenswerter Weise vor allem in der Richtung der Ausnützung der Hochgefälle entwickelt. Nachdem sich die Ausführung von Doppelspiralturbinen in der Anlage Sorocaba — bis heute in einem 10jährigen Dauerbetrieb — für ein Gefälle von 205 m glänzend bewährt hatte, waren damit die Grundlagen für eine weitere Erhöhung der für Francisturbinen ausführbaren Gefälle geschaffen. Heute liegen bereits Ausführungen mit 265 m Gefälle in einer Anlage in Kalifornien und mit 255 m Gefälle im Teigitschkraftwerk Arnstein vor.

Die folgende Zusammenstellung enthält die Daten von einigen der hervorragendsten Kraftwerke dieser Art.

	Gefälle	Leistung pro Turbine	Umdrehungen in der Min.	Einheiten
Teigitschkraftwerk	255 m	15250 PS	750	2
Walchensee . . .	201 m	24000 PS	500	4
Sorocaba	205 m	17500 PS	600	5
Partenstein . . .	179 m	12700 PS	600	3
Tafjord	154 m	9500 PS	500	2
Murgwerk 1. Stufe	145 m	7000 PS	500	5

Es ist in kurzem zu erwarten, daß auch noch höhere Gefälle von 300—350 m durch Francisturbinen ausgenützt

Digitized by Google

werden, da auch dafür konstruktive Schwierigkeiten nicht vorliegen und in hydraulischer Beziehung Wirkungsgrade erreichbar sind, die in ihrer absoluten Höhe von den besten Werten der normalen Francisturbinen und modernen Schnelläufertypen kaum übertroffen werden. Sorgfältig durchgearbeitete Projekte für derartige Groß-Turbinen liegen schon mehrfach vor.

Auch bei den Hochgefälls-Francisturbinen spielt die Saugrohrfrage insofern eine Rolle, als die statische Saughöhe bei wachsendem Gefälle immer mehr beschränkt werden muß, wenn eine wesentliche Rückgewinnung der am Laufradaustritt noch vorhandenen Austrittsenergie des Wassers erzielt werden soll, ohne daß gleichzeitig Kavitationserscheinungen und in deren Gefolge Korrosionen am Laufrad und an den Saugrohrteilen auftreten sollen. Mit besonderer Sorgfalt ist die Frage der Wasserführung und die Wahl der verschiedenen Konstruktionsmaterialien zu behandeln, wenn Mißerfolge durch vorzeitige Abnützung, besonders bei unreinem Wasser, vermieden werden sollen.

Dies gilt insbesondere auch von dem Reguliergetriebe.

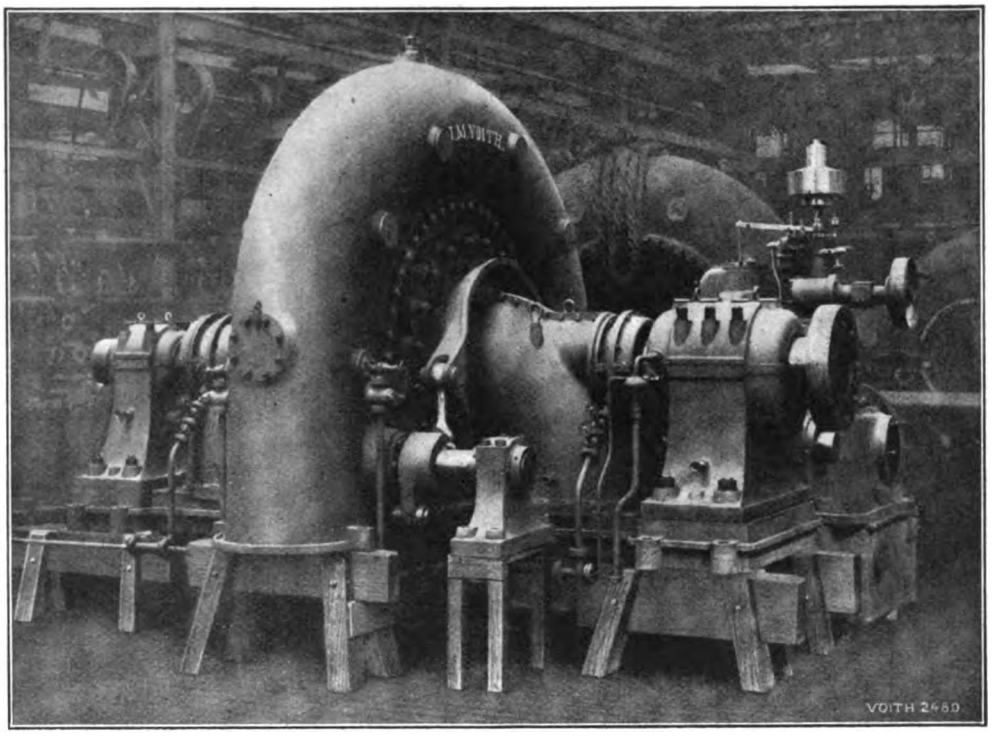


Abb. 5. Spiralturbine, Walchenseewerk.

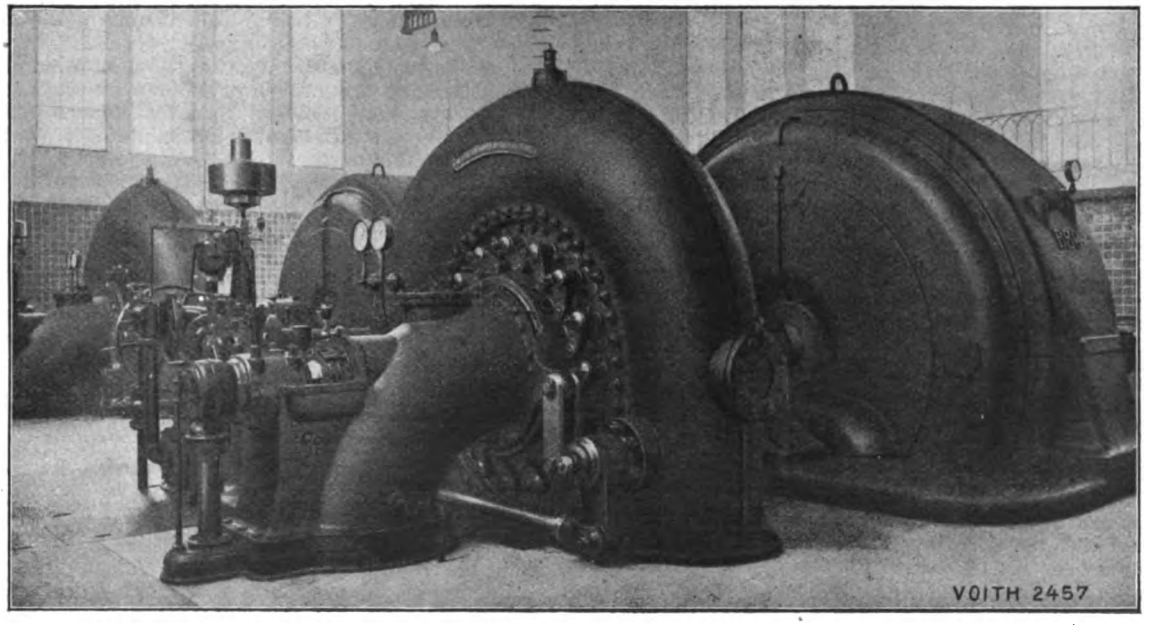


Abb. 6. Spiralturbine, Murgwerk.

Digitized by Google

Alle beweglichen Teile desselben sind durch Verlegung nach außen dem Verschleiß unter der Einwirkung des Wassers und seiner Verunreinigungen zu entziehen. Dabei ist für eine gute und zuverlässige Abdichtung gegenüber den hohen im Leitrad herrschenden Drücken sowie eine ausreichende Schmierung und übersichtliche Anordnung aller beweglichen Teile Sorge zu tragen. Endlich ist auch der Ausgleichung des Achsialdrucks oder doch seiner Aufnahme in geeigneten Achsialdrucklagern, besonders bei den Anordnungen mit horizontaler Welle besondere Beachtung zu widmen.

Die bei diesen Hochgefällsturbinen auftretenden Materialbeanspruchungen sind in allen Teilen sehr hoch und erfordern eine eingehende Berechnung und vorsichtige Auswahl des zu verwendenden Materials.

Alle bei Hochdruckanlagen erforderlichen Sicherheits- und Kontrollvorrichtungen, besonders auch für die Rohrleitungen, wie Druckregler, Rohrbruchautomaten, Sicherheitsabsteller am Regler und dergl. sind bei den hier vorhandenen großen Drücken und Kräften mit besonderer Sorgfalt auszubilden.

Neuerdings wird auch der Beschränkung der Spaltwasserverluste an solchen Turbinen vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt; ob sich die zu diesem Zweck verwendeten Mittel, wie mehrfache Labyrinthabdrosselungen, Spaltringe aus Gummi und dergl. auf die Dauer bewähren werden, wird erst eine mehrjährige Betriebsdauer erweisen müssen.

Im Freistrahlturbinenbau ging die Entwicklung ebenfalls in Richtung einer immer weiteren Steigerung des Gefälles und der Schluckfähigkeit der Turbinen sowie der Erhöhung der Betriebssicherheit und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Die Steigerung des Gefälles kennzeichnet sich dadurch, daß Gefälle von 800 m und mehr keine Seltenheit mehr sind. Genannt seien hier die Turbinen der Anlagen:

	Gefälle	Leistung	Umdrehungen/min
Althus, Brasilien . . .	860 m	2020 PS	600
Bojana, Bulgarien . . .	800 m	1000 PS	1060
Lawena, Herzegowina .	791 m	500 PS	700
Zweribach, Deutschland	461 m	als Größtes Gefälle in Deutschland	

Erfahrungen, wie sie bei Entwurf, Ausführung und Betrieb von mehr als 100 Turbinen von 5000—15 000 PS Leistung gesammelt wurden, ermöglichten in den letzten Jahren den Bau von Maschinen allergrößter Leistung unter Einhaltung aller Garantien ohne zeitraubende Aenderungen bei Inbetriebsetzung der Anlagen.

Als Beispiel hiefür sind zunächst die Turbinen für die norwegische Glomfjord Aktieselskap, Glomfjord, zu erwähnen, welche bei 412 m Gefälle in den ersten zwei seit 1920 in Betrieb befindlichen Ausführungen je 24 750 PS leisten und in ihrer dritten Ausführung mit 27 500 PS wohl die größte Einheit in Europa darstellen.[1])

Die zurzeit größten Freistrahlturbinen überhaupt sind die für die Taiwan Denryoku K.K., Anlage Jitsugetsutan, in Japan gebauten Turbinen von 35 000 PS Maximalleistung bei 326 m Gefälle. Bei Vergebung dieses Auftrags war die Wahl von 300 Umdrehungen in der Minute gegenüber 187.5 Umdrehungen in der Minute, wie sie von amerikanischer Seite gefordert wurde, entscheidend. Letzterer Vorschlag hängt damit zusammen, daß die amerikanischen Konstrukteure der Anordnung von zwei Strahlen pro Rad konsequent aus dem Wege gehen. Dieser Standpunkt ist aber mit den heutigen Fortschritten auf dem Gebiete des Freistrahlturbinenbaues nicht mehr zu vereinbaren, da die Anordnung von zwei Strahlen in hydraulischer Beziehung absolut keine Schwierigkeiten macht und anderseits die durch diese Anordnung bedingte Erhöhung der Drehzahl eine wesentliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit dieser Turbinen bedeutet. Gerade im vorliegenden Fall wären durch die Wahl der um zirka 40% niedrigeren Umdrehungszahl ganz erhebliche Mehrkosten entstanden,

[1]) Vgl. Z. d. V. D. I. 1921, H. 27, S. 707.

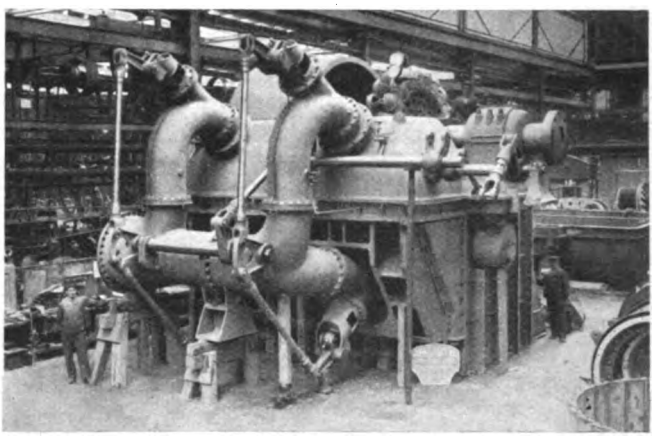


Abb. 7. Pelton-Doppelturbine für den Bahnteil des Walchenseewerkes.

da sowohl die Abmessungen der Turbine selbst als auch des Generators wesentlich größer und damit auch deren Kosten wesentlich höher geworden wären.

Wenn auch nicht hinsichtlich der Leistung, so doch hinsichtlich ihrer Abmessungen sind weiterhin die Walchensee-Bahnturbinen zu erwähnen (Abb. 7), welche bei 200 m Gefälle eine Leistung von fast 20 000 PS entwickeln und in vier Einheiten zur Aufstellung gelangen.[2]) Der Durchmesser der vier auf die beiden Laufräder wirkenden Wasserstrahlen beträgt je 225 mm und stellt damit wohl das Maximum des bisher Ausgeführten dar.

Weniger in die Augen springend, aber um so wichtiger für den Betriebsleiter und den Elektriker der Wasserkraftanlage sind die Fortschritte auf dem Gebiet der Betriebssicherheit, besonders in der Regulierung unserer modernen Freistrahlturbinen. Bekanntlich sind hier bei Groß-Turbinen die Hauptgefahrpunkte zu große Druckstöße in der Rohrleitung und Spannungssteigerungen im Generator bei überraschenden Drehzahlsteigerungen. Die Maßnahmen dagegen waren früher nur unter Einschaltung eines sogenannten Druckreglers durchzuführen. Dieser bedarf aber sorgfältigster Wartung und kann gerade bei den hohen Gefällen der Freistrahlturbinen zu erheblichen Wasserverlusten und häufigen Auswechslungen infolge von Korrosions- oder Abnützungs-Erscheinungen an den Teilen seiner Auslaßöffnung führen. Aus diesen Gründen hat sich das wassersparende Doppelregulierungsprinzip vollständig durchgesetzt, das unter Vermeidung eines Druckreglers die Geschwindigkeitsregulierung durch Strahlablenkung bewirkt und in der Folge die Strahlstärke der jeweiligen Leistung so langsam anpaßt, wie dies mit Rücksicht auf die Vermeidung unzulässiger Drucksteigerungen in der Rohrleitung nötig ist. Da das Prinzip der Doppelregulierung bekannt ist, so kann bezüglich ihrer Ausbildung auf die angeführten Großturbinen verwiesen werden.

Als unerklärliche Tatsache gegenüber den selbstbewußten Ansprüchen amerikanischer Konstrukteure muß auch hierbei erwähnt werden, daß aus Amerika noch keine Anlage mit Doppelregulierung bekannt geworden ist.

Infolge ihrer großen Schwungmassen und geringen Lagerreibungswiderstände haben die angeführten großen Aggregate eine verhältnismäßig sehr lange Auslaufzeit. Dies ist in vielen Fällen, insbesondere wenn aus irgend welchen Gründen ein schnelles Stillsetzen der Turbinen erforderlich ist, äußerst unangenehm. Es werden daher in den meisten Fällen an solchen Aggregaten besondere Bremseinrichtungen angebracht. Bei Freistrahlturbinen kann eine schnelle Abbremsung dadurch erzielt werden, daß besondere Bremsdüsen angeordnet werden. Die Strahlen dieser Düsen werden auf die Rückseite der Laufrad-

[2]) Vgl. diese Zeitschrift Heft 10, S. 154 und Sonderabdruck „Das Walchenseewerk" (R. Pflaum Verlag A. G.)

Digitized by Google

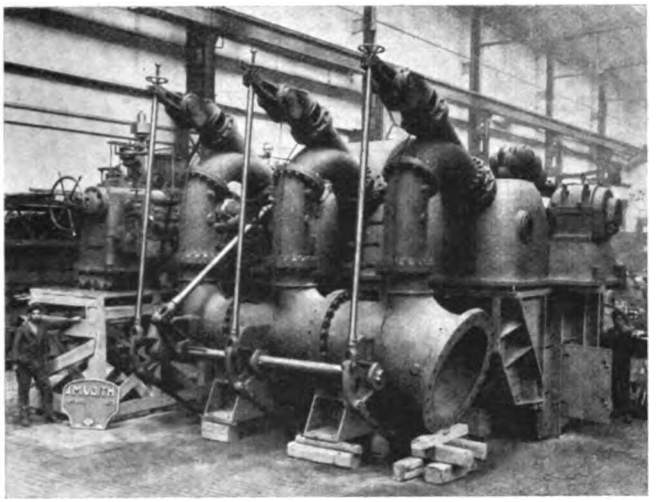


Abb. 8. Pelton-Dreifachturbine, Schwarzenbachwerk.

schaufeln gerichtet und vermögen eine äußerst große Bremskraft auszuüben. Nach Abstellung der Hauptdüsen kann selbst ein sehr großes Aggregat mit Hilfe dieser Strahlbremsen in weniger als drei Minuten vollständig stillgelegt werden.

Die wirtschaftlichen Fortschritte auf dem Gebiet des Freistrahlturbinenbaues liegen sowohl in der Verbilligung des Anlagekapitals durch Steigerung der spezifischen Drehzahl, als auch in der Erhöhung des Wirkungsgrads. Zum Teil gehört auch die schon erwähnte Steigerung der Kapazität hierher, da der Ausbau einer Leistung in z. B. vier Maschinen entschieden billiger wird als in acht Maschinen. Die Anstrengungen zur Steigerung der spezifischen Drehzahl kommen am deutlichsten in der Turbine für das Schwarzenbachwerk in Baden zum Ausdruck, die bei 360 m Gefälle eine Leistung von 26 000 PS mit einer Drehzahl von n = 500 in der Minute entwickeln soll (Abb. 8). Um letzteres zu ermöglichen, wurde sogar zur Anordnung von sechs Düsen bei drei Laufrädern geschritten, so daß diese Turbine eine spezifische Drehzahl bis zu $n_s = 70$ bei niedrigstem Schwarzenbachseespiegel haben wird.

Auch in der Steigerung der Wirkungsgrade wurden, wenn auch nur langsam, infolge der Annäherung an das Maximum des überhaupt Denkbaren immer weitere Fortschritte erzielt. Die diesbezügliche Tabelle zeigt die bei den Abnahmeversuchen der norwegischen Anlage Saaheim der A/S Rjukanfos, Kristiania, erreichten Wirkungsgrade und die Wirkungsgrade der Anlage Glomfjord der Glomfjord Aktieselskap, Glomfjord, bei der ein Wirkungsgradmaximum von 88% einwandfrei gemessen wurde.

Wirkungsgrade von Freistrahlturbinen.

Saaheim	85	86,9	88	88,0	87,5		%
bei der Leistung =	16400	14400	12300	10200	9000		PS
Glomfjord	87,5	88,2	87,4	85,9	84,3	83,5	%
bei der Leistung =	24750	21600	18600	15500	12400	10900	PS

Da in der Zwischenzeit an Modellrädern weitere Fortschritte erzielt wurden, so sind für die Zukunft an Großanlagen Werte über 90% sehr wohl zu erwarten, wenn man die Versuchskurven dieser Modellräder unter Berücksichtigung der bekannten Wirkungsgradsteigerung bei Vergrößerung des Raddurchmessers betrachtet.

Was speziell den Bau von Freistrahl-Schnellläufern betrifft, so besteht auf Grund von Versuchen mit Laufrädern normaler Abmessungen berechtigte Aussicht, auch bei spezifischen Drehzahlen von $n_s = 35$ noch einen Wirkungsgrad von über 80% an der Turbinenwelle garantieren zu können. (W. 149.)

Die Turbinen der Wasserkraftanlage Momoyama in Japan.

Von Oberingenieur A. Maas, Ravensburg.

Aus dem Bestreben heraus, den Einbau der Turbinen in hydraulischer Beziehung zu verbessern, ist die vertikalachsige Anordnung der Nieder- und Mitteldruckturbinen entstanden. Die guten Erfahrungen mit dieser Einbauart und die Sicherheit in der konstruktiven Durchbildung der Spurlager haben dazu geführt, diese Anordnung auch auf Hochgefälle auszudehnen.

Die ersten großen vertikalachsigen Spiralturbinen in Deutschland wurden im Jahre 1906 von der Firma Escher, Wyß & Cie. in Ravensburg für die Carbidwerke Freyung im bayerischen Wald geliefert. Diese außergewöhnliche Anlage stellte die Lieferfirma vor neu zu lösende konstruktive Fragen und bedeutete für die damaligen Verhältnisse ein großes Wagnis, andererseits aber auch nach erfolgreicher Inbetriebsetzung einen unbestreitbaren Fortschritt im Turbinenbau. Seit dieser Zeit sind Hochgefälleturbinen stehender Bauart immer häufiger ausgeführt und die Leistungen in einer Maschineneinheit ganz wesentlich gesteigert worden, z. B. die großen vertikalachsigen EWC-Spiralturbinen der Anlage Kanidera mit 38 400 PS Einzelleistung bei 134 m Gefälle.

Eine bemerkenswerte Anlage mit Spiralturbinen stehender Welle stellt das Kraftwerk Momoyama in Japan dar, dessen beide Turbinen im Jahre 1922 von der Firma Escher, Wyß & Cie. geliefert wurden. Diese Anlage ist für ein Gefälle von 81 m ausgebaut und jede Turbine hat dabei ein Schluckvermögen von 21,3 cbm/sec. und eine Leistung von 19 800 PS am Kuppelflansch gemessen. Die Drehzahl beträgt 300 Umdrehungen i. d. Min.

Die vertikalachsige Aufstellung war hier auch schon aus dem Grunde gegeben, weil die außergewöhnliche Spiegelerhöhung des Unterwassers die Höhenlage des Maschinenhausflurs bestimmte. Das Wasser wird dem Leitapparat durch ein Blechspiralgehäuse von 1800 mm Eintrittsweite zugeführt; es hat gegenüber einem Gußgehäuse den Vorteil, daß die Ausschußgefahr ausgeschaltet und spannungsfreie Stücke erhalten werden. Wie die Abbildungen 1, 2 und 4 zeigen, ist das Spiralgehäuse vollkommen einbetoniert; der obere und mittlere Teil des Saugrohres dagegen frei und teleskopartig ausgebildet, um das Ein- und Ausbringen des Laufrades ohne Demontage der Turbine zu ermöglichen. Zu diesem Zweck wird der mittlere Teil des Saugrohres durch eine einfache Vorrichtung nach unten herabgelassen. Nach Entfernung des oberen zweiteiligen Saugrohruntersatzes und Absenken des Laufrades liegt das Innere der Turbine frei. In der Abb. 1 ist auch angedeutet, wie das Laufrad durch die beiden Einsteigöffnungen von 2500 mm l. W. vom Maschinenhauskran in den gemeinschaftlichen Saugrohrzwischengang herabgelassen und auf einem Wagen den Saugrohröffnungen zugeführt werden kann.

Der für die Erhöhung des Nutzeffektes sehr wichtige Energierückgewinn des austretenden Wassers im Saugrohr erfordert eine möglichst gute Durchbildung der Saugrohre selbst. Bei der wasserabwärts gelegenen Turbine (Abb. 1, 2 und 3) wird dies erreicht durch ein sogenanntes Ellenbogensaugrohr aus Beton, bei der dahinter liegenden Turbine durch ein gußeisernes Prášil-Saugrohr, von dem das Wasser in seitlichen Kanälen an dem vorderen Saugrohr vorbeigeführt und so ein störungsfreier Abfluß beider Saugrohre erreicht wird.

Die japanischen Eisenbahnprofils bedingten eine 4fache Unterteilung der Spiralgehäuse. Um den vom Besteller gestellten Bedingungen, die Druckprobe in der Werkstätte

Digitized by Google

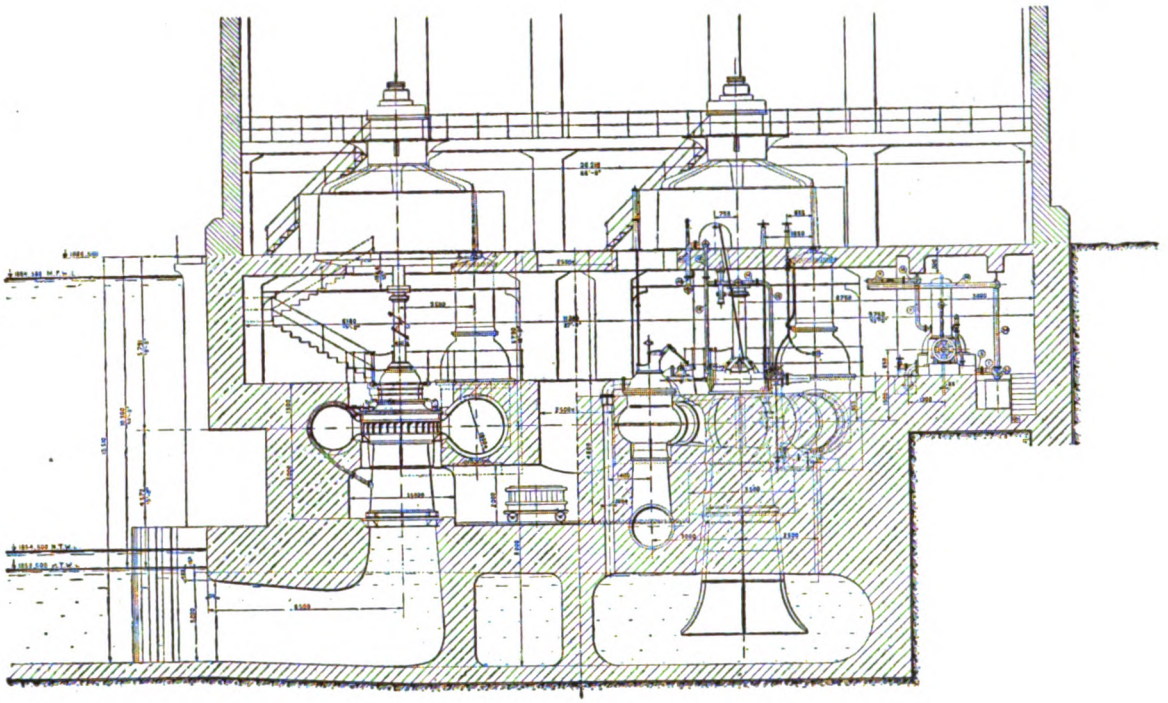


Abb. 1. Aufriß der Turbinenanlage Momoyama.

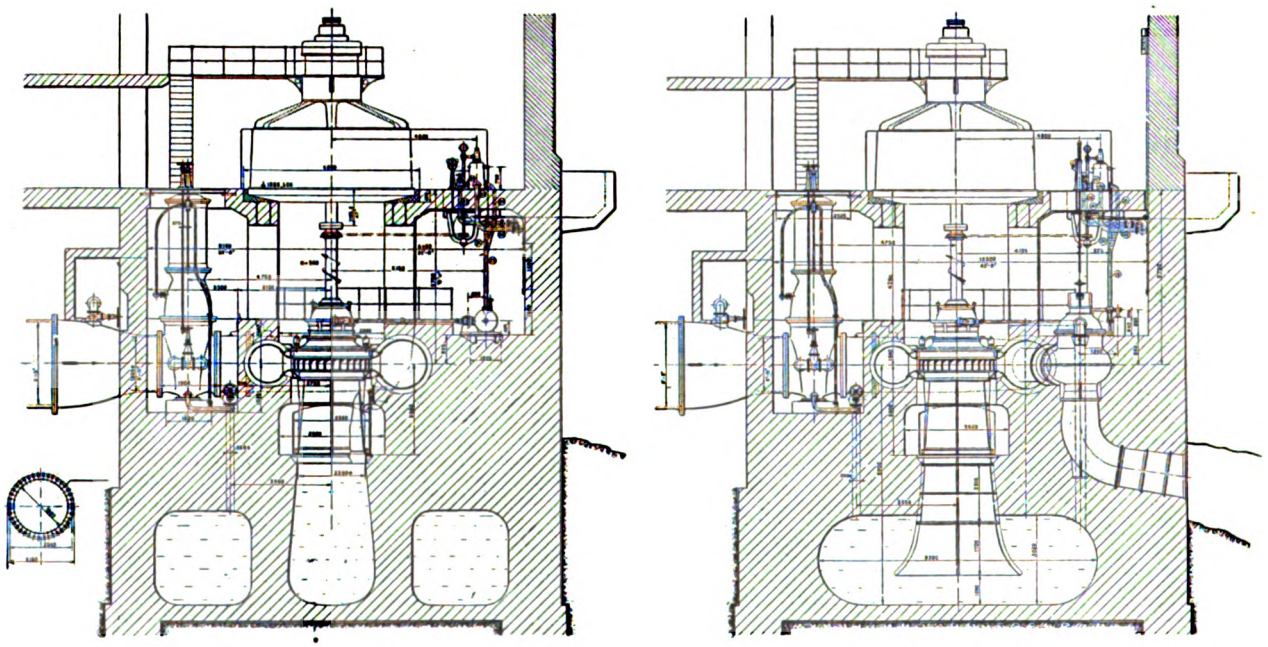


Abb. 2. Seitenriß der Turbinenanlage Momoyama.

vorzunehmen, genügen zu können, mußten die Stoßstellen mit sehr kräftigen Winkelflanschen versehen werden. Die Verbindung der einzelnen vom Eintrittsstutzen an sich verjüngenden Blechschüsse geschieht durch Laschen, die zu einer sehr guten Versteifung der Blechkonstruktion führen. Den inneren Abschluß und den Uebergang nach dem Leitapparat bildet ein mit Führungsstegen versehener Mittelring aus Stahlguß. Der Querschnitt dieser Stege ist derart bemessen, daß die auf den inneren Teil des Gehäuses wirkenden achsialen Kräfte von denselben aufgenommen werden. Besondere Sorgfalt erfordert die Abdichtung der Trennungsflanschen, die dadurch erreicht wird, daß die in der einen Flansche eingefräste Dichtungsnute mit derjenigen der beiden Leitraddeckelhälften zusammenstößt und durch eine Rundgummipackung ausgefüllt wird. Es ergibt sich allerdings eine rechtwinkelige Stoßstelle von zwei Packungen, die aber bei richtiger Ausführung doch eine gute Dichtung gewährleistet, was

Digitized by Google

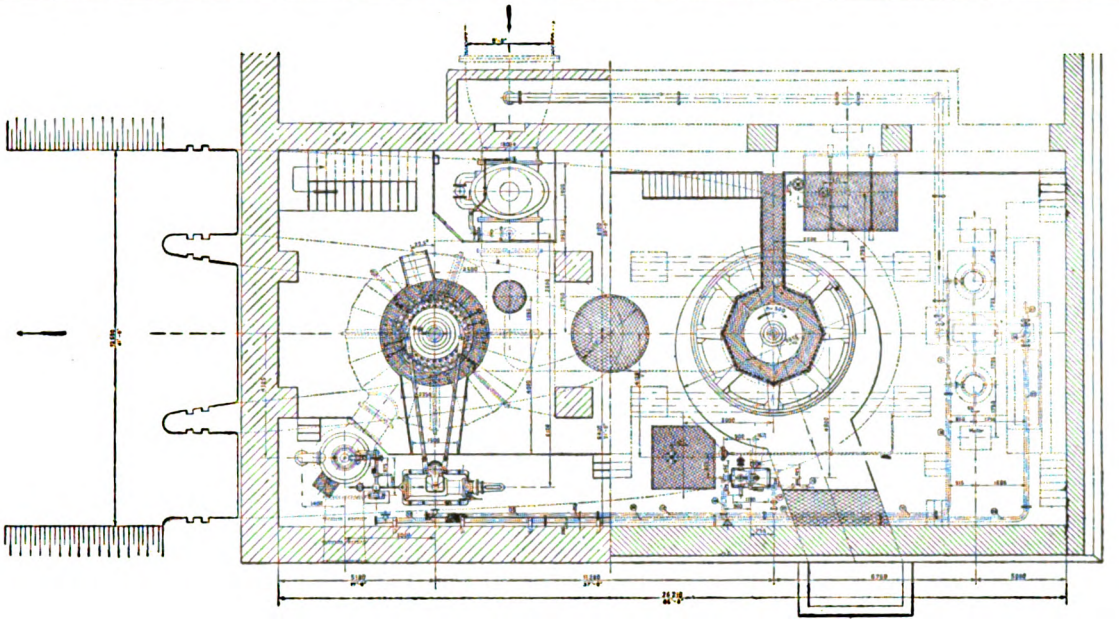


Abb. 3. Grundriß der Turbinenanlage Momoyama.

die Druckprobe und die spätere Inbetriebsetzung bewiesen hat.

Durch den Anschluß des Stutzens für den Druckregler an das Spiralgehäuse tritt eine Schwächung des Blechquerschnittes ein, die aber dadurch aufgehoben wird, daß der Anschlußstutzen zwischen zwei Stoßlaschen angenietet und der Sattel den auftretenden Beanspruchungen entsprechend kräftig durchgebildet ist. Der zwangsläufig mit der Geschwindigkeitsregulierung verbundene Druckregler ist als Kegelventil ausgebildet; er beruht in der Wirkungsweise auf dem Prinzip des Differentialkolbens, der vom Betriebsdruckwasser, das durch einen Filter gereinigt ist,

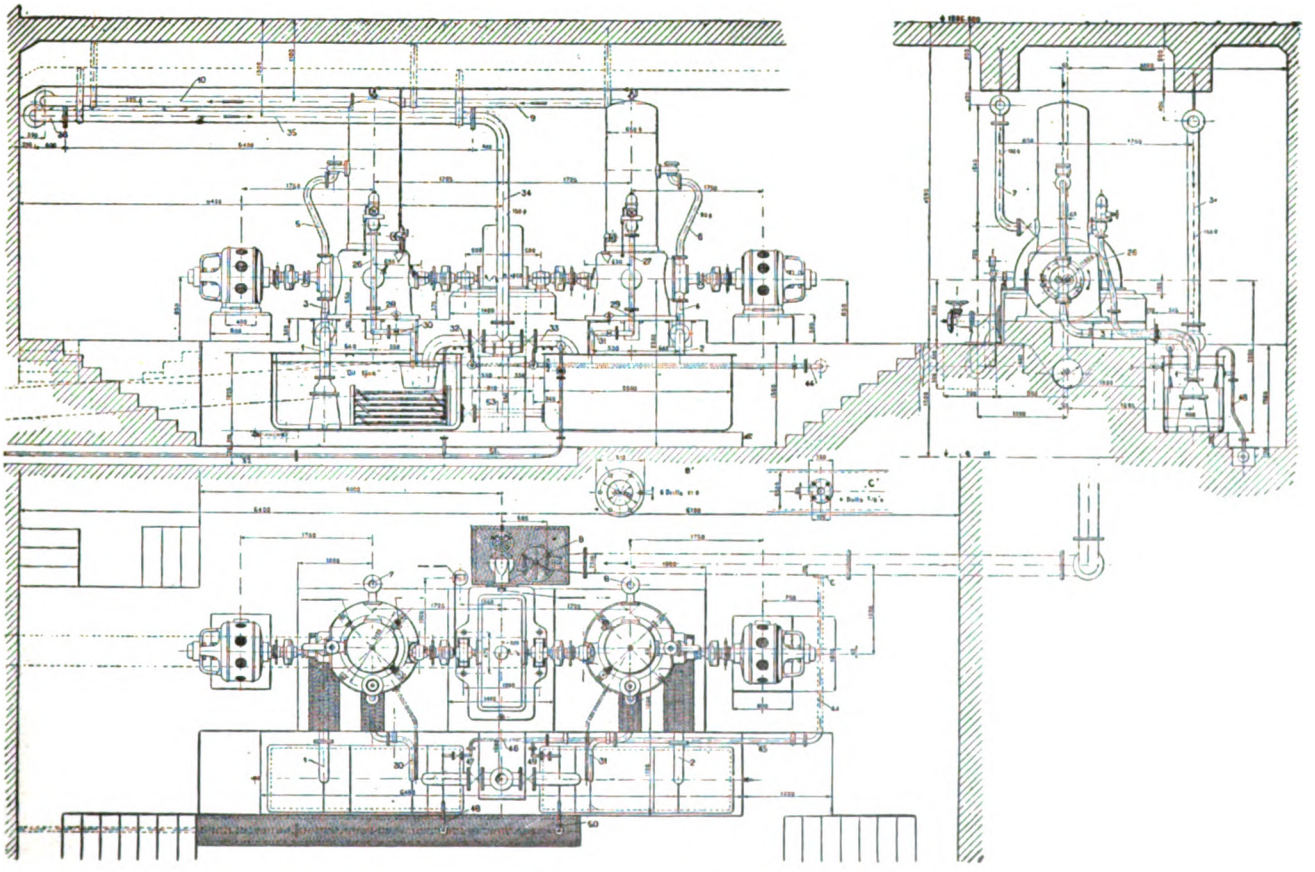


Abb. 5. Gemeinsame Druckölversorgungsanlage.

Digitized by Google

gesteuert wird. Der Kataraktzylinder mußte infolge des Rückstaues von der Unterwasserseite her vollständig abgedichtet werden.

Das Laufrad, dessen Form einem Normalläufer entspricht, mit einer spezifischen Drehzahl von 145, hat einen Schaufeleintrittsdurchmesser von 1800 mm und ist vollständig aus zähem Stahlguß hergestellt. Der Leitapparatdeckel ist an den Spaltstellen zur raschen Ausbesserung des etwa durch sandhaltiges Wasser entstehenden Verschleisses mit schmiedeeisernen Schutzringen verkleidet. Den gleichen Schutz erhält auch der Saugrohruntersatz. Die Befestigung des Laufrades mit der Turbinenwelle erfolgt in der allgemein üblichen Weise mittels Schrauben und Querkeil. Zur besseren Wasserführung dient ein an der Welle angeschraubter, in der Flußrichtung geöffneter Führungskegel. Der Laufradboden hat Löcher zur Absaugung des über der Laufradkammer angesammelten Spaltwassers. Eine weitere Absaugung für Sickerwasser

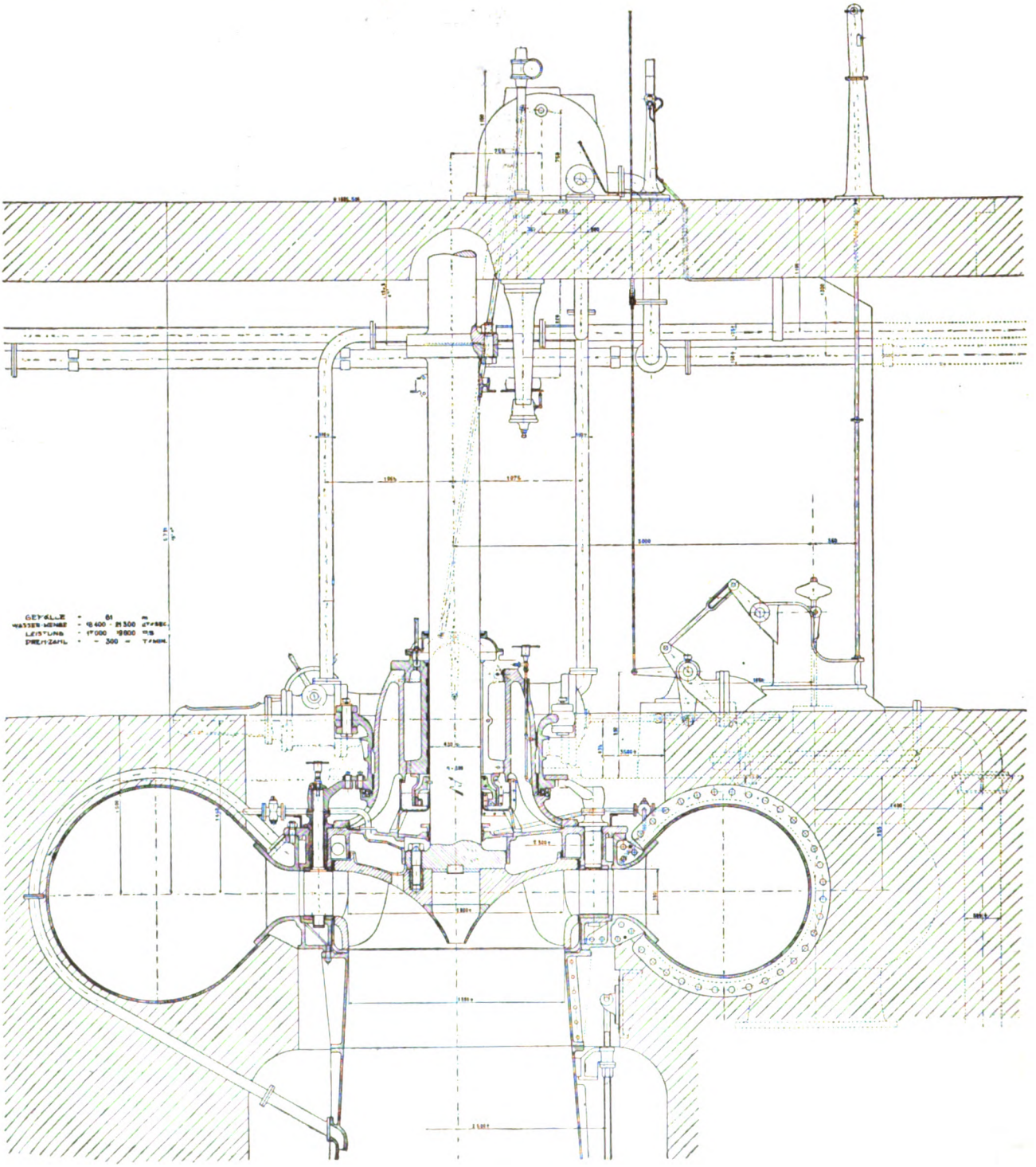


Abb. 4. Schnitt durch die Momoyama-Turbine.

Digitized by Google

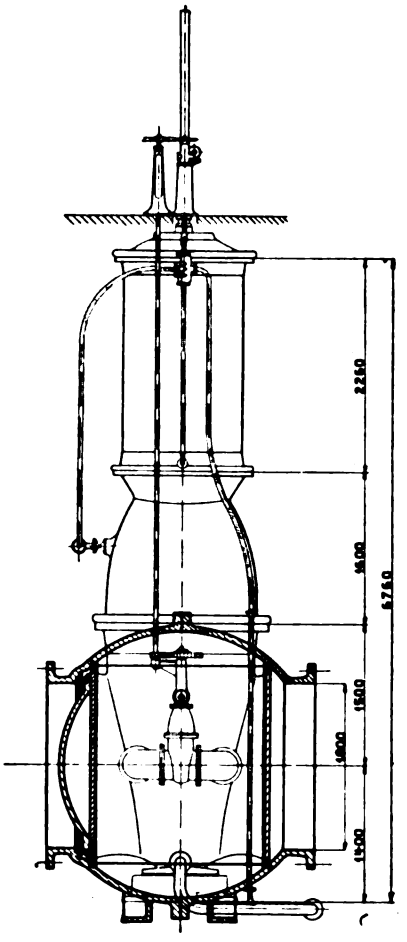


Abb. 6. Vergleiche zwischen Kugelschieber und Keilschieber.

wird durch eine besondere Umleitung vom oberen Leitrad deckel nach dem Saugrohr erreicht. Der Leitapparat besteht aus 28 Leitschaufeln aus Stahlguß und ist als Außenregulierung ausgebildet. Die Leitschaufeln haben beiderseitig angegossene Zapfen, von denen der obere durch den Leitraddeckel hindurchgeführt und mittels Ledermanschetten abgedichtet wird. Die Schmierung der Zapfen geschieht durch eine zentrale Bohrung. Das obere Zapfenende trägt den Reguliehebel, der durch ausgebüchste schmiedeeiserne Lenker die Verbindung mit dem Regulierring herstellt. Der letztere gleitet auf der Leitradhaube und wird durch zwei Stangen von der Regulierwelle aus, die direkt mit dem im Untergeschoß aufgestelltenServomotor zusammengebaut ist, betätigt. Das Turbinenlager von 430mm Durchmesser ist mit Weißmetall ausgefüttert und erhält das Schmiermittel v. einer unterhalb des Lagers eingebauten Förderschnecke, die kontinuierlich für einen reichlichen Oelumlauf sorgt. Direkt unterhalb des Generatorbodens wird die Turbinenwelle mit der Generatorwelle verflanscht. Der Stromerzeuger hat zwei kräftige Halslager für automatische Schmierung; er trägt auf dem Armkreuz das Spurlager, dessen Oel durch im Spurtopf

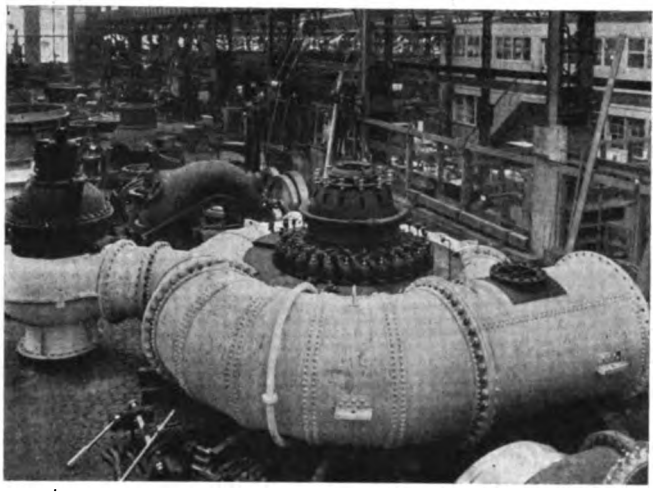


Abb. 9. Werkstattaufnahme der Momoyama-Turbine.

eingelegte Schlangen gekühlt wird. Darüber fliegend ist die Erregermaschine angeordnet. Der Zugang zur Spur- und Erregermaschine geschieht durch ein eigenes Podium, das sowohl von der Schaltbühne als auch vom Generatorraum aus begehbar ist.

Während der Doppelservomotor für den direkten Angriff des Reguliergestänges der Turbine sich im Untergeschoß neben dem Druckregulator befindet, ist der eigentliche Regulator selbst unmittelbar darüber auf dem Generatorflur beim Stromerzeuger aufgestellt. Der horizontale Riementrieb für das Pendel des Regulators wird über eine vertikale Welle mit Schneckenrädern geleitet, von der auch das Tachometer angetrieben wird. Der Regulator hat außer einer mechanischen Handregulierung eine elektrische, vom Schaltbrett aus bedienbare Tourenverstellung. Er ist im übrigen als normaler EWC-Turbinenregulator gebaut mit patentierter Steuerung und Abstellvorrichtung bei Riemenbruch. Neben dem Regulator sind — teilweise auf einer Säule vereinigt — sämtliche für die Kontrolle und Wartung der Maschine wichtigen Instrumente angeordnet, so daß der Zentralisierung in der Bedienung der Anlage weitgehendst Rechnung getragen worden ist.

Die Maschinensätze besitzen eine gemeinsame Druckölversorgungsanlage für die Regulatoren, die auf Abb. 5 dargestellt und im Untergeschoß neben der wasseraufwärts

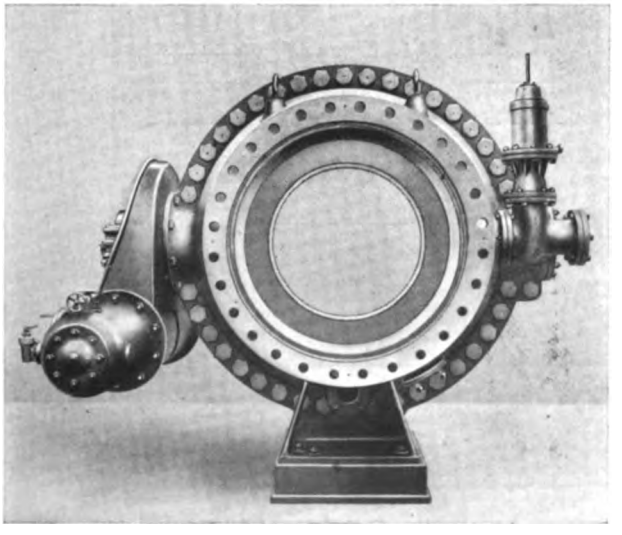


Abb. 7. Kugelschieber mit hydraul. Antrieb (geöffnet).

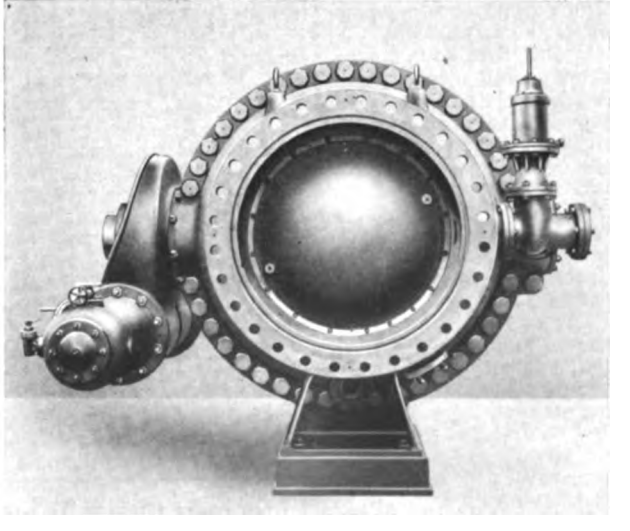


Abb. 8. Kugelschieber mit hydraul. Antrieb (geschlossen).

Digitized by Google

gelegenen Turbine untergebracht ist. Eine kleine Freistrahlturbine, von Hand regulierbar und an beide Turbinenrohrleitungen angeschlossen, treibt nach jeder Seite auf eine in einem Gußgehäuse eingebaute doppelstufige Zahnräderpumpe. Diese fördern unter einem Druck von 15 Atm. Oel in die auf die Behälter gesetzten Windkessel, von denen aus die Oelleitungen zu den Anschlußstellen der Regulatoren führen. Die Zahnräderpumpen sind außerdem noch an beiden Enden mit Elektromotoren kuppelbar, die als Reserve beim Ausfall der Freistrahlturbinen dienen. Die Rückkühlung des Oeles erfolgt in besonderen Oelbehältern, in welche Kühlschlangen eingelegt sind. — Die Pumpen sind so groß bemessen, daß jede unter Umständen beide Regulatoren mit Drucköl versorgen kann; im normalen Betrieb arbeiten jedoch beide Pumpen zusammen. Durch die hier vorgesehene Aufstellung und Antriebsart der Pumpen, die auf speziellen Wunsch des Bestellers erfolgte, ist weitgehendste Reserve für den Fall von Störungen geschaffen, was bei Anlagen solcher Größe nicht übersehen werden darf.

Als Turbinen-Abschlußorgane dienen hydraulisch betätigte Absperrschieber von 1800 mm l. W. Der Schieberkeil wird beim Oeffnen durch eine besondere Umleitung teilweise entlastet. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen den hohen Aufbau dieser Schieber, der bis zum Generatorfußboden reicht. Statt der Keilschieber werden in neuerer Zeit vielfach die der Firma Escher, Wyß & Cie. geschützten Kugelschieber[1]) verwendet. Einen Vergleich über den Platzbedarf beider Schieberarten gibt die Abbildung 6, während die Abbildungen 7 und 8 einen Kugelschieber in geöffnetem und geschlossenem Zustand zeigen. Bei diesen neuen Absperrorganen wird nicht mehr ein Schieberkeil gehoben, sondern ein kurzes Rohrstück gedreht. Dadurch wird in offener Stellung eine ununterbrochene glatte Wasserführung erreicht. Die Dichtungsplatte ist beim Oeffnen und Schließen vollkommen vom Druck entlastet, sodaß die Dichtungsflächen geschont werden und der Kraftaufwand für die Bedienung wesentlich kleiner ausfällt als selbst bei entlasteten Keilschiebern.

Die Abbildung 9 zeigt schließlich noch die komplette Turbine in zusammengebautem Zustand in der Werkstätte. Die Anlage ist seit Jahresfrist ununterbrochen in Betrieb; sie wurde nach kurzem Probelauf vorbehaltlos übernommen. Die Garantiewerte sind nicht nur erreicht, sondern in allen Punkten wesentlich überschritten worden.

(W. 119.)

[1]) Siehe auch: Die Maschinenanlage des Schwarzenbachwerkes von Baurat Treiber, Schweiz. Bauzeitung Bd. 82 Nr. 3 und 4 Jahrgang 1923 und Neuzeitliche Absperrorgane bei Talsperren von Baurat Galland Deutsche Wasserwirtschaft Nr. 2 vom 20. 2. 24.

Eine bemerkenswerte deutsche Niederdruck-Wasserkraftanlage.

Von Dipl. Ing. R Stcck, München.

Die Kommunalen Boberkraftwerke Greisitz, G. m. b. H., Sagan in Schlesien, erichteten in den Jahren 1921/1924 eine neue Wasserkraftanlage am Bober zur Lieferung elektrischer Energie für die Stadt und den Kreis Sagan. Das Gefälle dieser Anlage wurde durch den Einbau eines Schleusenwehrs im Bober geschaffen. Am linken Ufer dieses 9 km unterhalb Sagan gelegenen Wehrs wurde das Krafthaus erbaut. Es enthält 3 Turbinenkammern. In zwei Kammern sind von der Firma Fritz Neumeyer A.-G. München gelieferte Francisturbinen mit stehender Welle bereits eingebaut. Die Anlage beansprucht wegen der Ausgestaltung der Turbinen und durch die Behandlung der bezüglich der Geschwindigkeitsregelung gestellten Aufgabe einiges Interesse

Jede der Turbinen ist für ein Gefälle von 3,74 m und eine Wassermenge von 21 cbm pro Sekunde berechnet; die

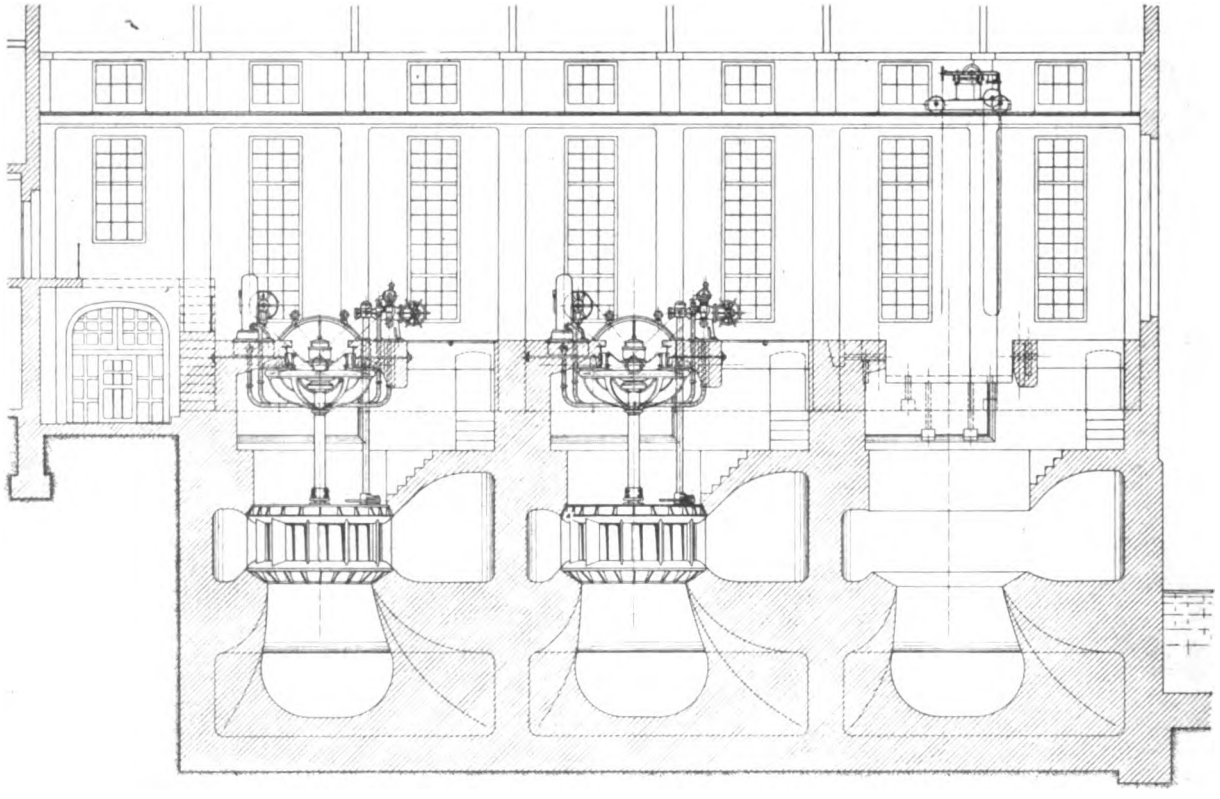


Abb. 1. Wasserturbinenanlage Greisitz.

Digitized by Google

Leistung jeder Turbine beträgt 830 PS, die minutliche Drehzahl der Turbinenwelle 68.

Der Zulauf des Wassers zu den Leitapparaten erfolgt in spiralförmigen Betongehäusen, die eine größte radiale Erstreckung von über 8 m und eine größte Höhe von 3,3 m besitzen. Jede der 3 Turbinenkammern ist durch eine Doppelschütze verschließbar. Die Betonsaugrohre der Turbinen haben einen kreisrunden Eintrittsquerschnitt von ca. 3 m Durchmesser und einen rechteckigen Austrittsquerschnitt von 8 m Breite, bei 2,35 m Höhe. (Siehe Abb. 1). Die Höhenanordnung der Turbinen ist so getroffen, daß das Druck- und Sauggefälle bei normalem Wasserstande einander etwa gleich sind.

Die Turbinen besitzen Außenregelung; alle Gelenke liegen daher außerhalb des Wassers, sind dadurch der abnützenden Wirkung des Wassers entzogen und für die Schmierung und Wartung jederzeit zugänglich. Vom Maschinenhausboden aus führt eine Steintreppe zu den äußeren Regelteilen. Der Leitapparat der Turbinen ist in einem zweiteiligen, gußeisernen Stützschaufelring befestigt. Daß dieser Ring ein Gußstück von nicht alltäglichen Abmessungen darstellt, ist aus der Abbildung 2 zu ersehen. Er besitzt 12 Stützschaufeln; sein Gesamtgewicht beträgt ca. 12 t, sein größter Durchmesser 4,24 m, seine Höhe 2,35 m. Die mit ihren Zapfen aus einem Stück hergestellten gußeisernen Leitschaufeln haben eine Höhe von mehr als 1 m; durch eine die Leitschaufeln und deren Zapfen durchdringende Bohrung wird das Schmierfett den unteren Leitschaufelzapfen zugeführt, während das Fett zu den oberen Zapfen durch schräge Kanäle in den Augen des zweiteiligen Leitraddeckels gelangt. Der Regelring ist durch zwei kräftige Stangen mit einem Hebel auf der Regelwelle verbunden und durch seitliche Führungsstücke aus Rotguß in bekannter Weise gegen Ecken und Klemmen gesichert. Die Regelwelle führt unmittelbar in die Kurbel des Geschwindigkeitsreglers.

Die Laufräder besitzen einen größten äußeren Durchmesser von ca. 3 m. Die Stahlblechschaufeln sind in solider Weise in die Radkränze eingegossen. Die stehende 6 m lange Turbinenwelle aus Stahl hat am unteren Ende einen angeschmiedeten Flansch, der mit dem Laufrad verschraubt ist.

Das ausgesprochen kleine Gefälle von 3,74 m ließ nach dem Stande des Wasserturbinenbaues vom Jahre 1921 trotz der Unterteilung der Anlage in 3 Aggregate nur 68 Umdrehungen in der Minute in den Turbinenwellen erreichen, zumal auf gute Wirkungsgrade bei Teilbeaufschlagung Wert zu legen war. Als spezifische Drehzahl ergibt sich 336. Die Turbinen halten sich also bezüglich ihrer Schnelläufigkeit in früher ganz normalen Grenzen. Es war wirtschaftlich unmöglich, so langsam laufende Stromerzeuger zu verwenden. Andererseits war die Turbinenleistung mit 830 PS für Kraftübertragung mit den sonst üblichen Holzkammrädern zu groß. Aus diesen Gründen hat man sich entschlossen, die erzeugte Leistung durch gefräßte, in Oelbad laufende Stahlkegelräder in Untergriffanordnung an eine Verlegewelle weiterzuleiten, an deren Ende der Stromerzeuger gekuppelt ist. Die Räderübersetzung beträgt 1:6,3, der Stromerzeuger macht also 428 minutliche Umdrehungen. Durch den Einbau dieses Zahnradvorgeleges wurden die Anlagekosten im elektrischen Teil in so entscheidender Weise vermindert, daß die Uebertragungsverluste durch die Zahnräder und die Betriebssorgen, die damit immerhin, wenn auch heute in stark vermindertem Maße verbunden sind, doch in Kauf genommen werden konnten.

Nach den Fortschritten, Versuchen und Erfahrungen, die die Firma Fritz Neumeyer auf dem Gebiete schnellaufender Wasserturbinen gemacht hat, könnte sie bei dieser Anlage heute bei einer spezifischen Drehzahl von etwa 800 bis 900, Wirkungsgrade bis zu 90 Prozent erreichen. Dabei ergäbe sich eine Drehzahl des Laufrades von ca. 150 in der Minute, sodaß unmittelbare Kupplung der Stromerzeuger mit den stehenden Turbinenwellen wirtschaftlich möglich wäre. Um den Gesamtwirkungsgrad der Anlage möglichst hoch zu halten, würde man heute sehr wahrscheinlich eine oder zwei Grundbelastungsturbinen mit Propellerrädern mit festen Laufradschaufeln

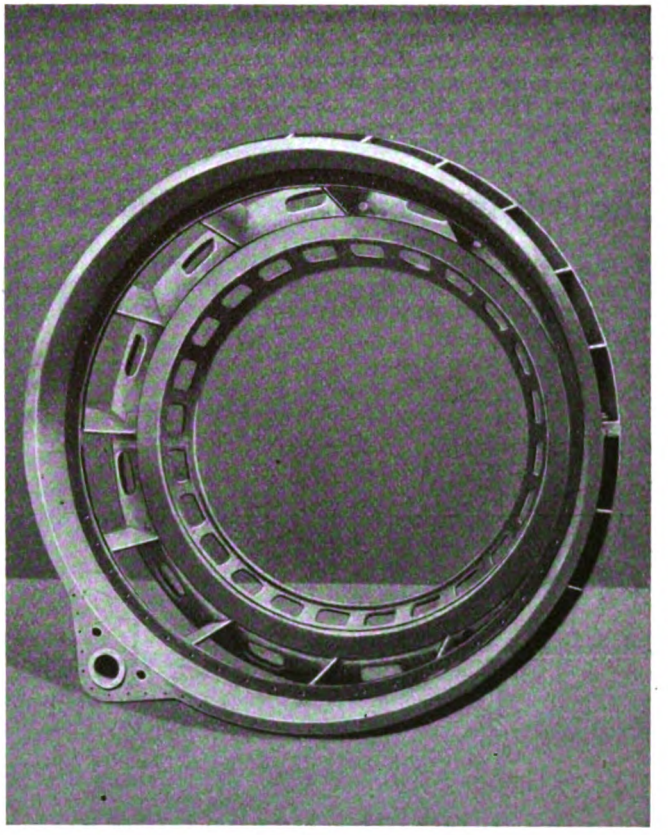


Abb. 2. Stützschaufelring der Turbinen Greisitz.

und eine Regler-Turbine mit einem Kaplanrad mit drehbaren Laufradschaufeln wählen. Immerhin aber könnte man durch eine solche moderne Ausführung der Anlage kaum eine Verminderung der Gesamtbaukosten erzielen.

Jede Turbine wird von einem selbsttätigen hydraulisch wirkenden Geschwindigkeitsregler beherrscht. Die Regler sind die bekannten Hansenwerk-Regler der Firma Briegleb, Hansen & Co., der Gothaer Niederlassung der Fritz Neumeyer A.-G. Sie stehen auf dem Maschinenhausboden über den Turbinenkammern. Getrennt von den Reglern sind die Oelpumpen mit den Windkesseln aufgestellt.

Die Anlage läuft parallel mit einem Wärmekraftwerk. Es ist daher erwünscht, daß die Turbinen die zur Verfügung stehenden Wassermengen innerhalb ihrer Schluckfähigkeit jederzeit mit dem Höchstgefälle ausnützen, daß die gewöhnlichen Belastungsänderungen von den Wärmekraftmaschinen aufgenommen werden, und daß die Geschwindigkeitsregelung der Wasserturbinen nur dann in Wirkung kommt, wenn der Kraftbedarf des Leitungsnetzes geringer wird, als der Turbinenleitung entspricht, oder wenn die von den Wasserturbinen angetriebenen Generatoren vom Netz abgeschaltet werden. Diese Aufgabe wird durch die bei der Wasserkraftanlage verwendeten Hansenwerkregler vollkommen gelöst. Die Regler sind zu dem Zweck mit einer Tourenzahlverstellung und mit einer Oeffnungsbegrenzung versehen. Durch die letztere wird die Oeffnung bei Wassermangel durch Einwirkung auf das Steuerventil begrenzt, um das Abfallen des Oberwasserspiegels und damit verbundene Energieverluste zu vermeiden. Sobald der Regler die zulässige Oeffnung erreicht hat, wird das Steuerventil in die Mittellage zurückgeführt, der Regler öffnet nicht weiter, es wird kein Druck erzeugt. Diese Vorrichtung tritt auch in Wirkung, wenn bei genügendem Wasserzufluß die Turbine überlastet wird, sodaß die Tourenzahl abfällt. Die an der Oeffnungsbegrenzung eingestellte Oeffnung wird bei Aenderungen des Wasserzuflusses von Hand verstellt. Durch richtige Ausnützung der Tourenzahlverstellung kann man erreichen, daß der Regler

Digitized by Google

bei den betriebsmäßig vorkommenden geringen Frequenzänderungen im Stromnetz nicht anspricht. Erst bei größeren Aenderungen der Tourenzahl, also wenn beispielsweise der Generator vom Netz abgeschaltet wird, wird die Turbine vom Fliehkraftpendel geschlossen. Das Pendel liegt also gewissermaßen immer auf der Lauer, um sofort die Herrschaft über die Turbine zu übernehmen, wenn die Tourenzahl steigt.

Die Anlage ist seit einigen Monaten im ununterbrochenen Tag- und Nachtbetriebe und hat in allen Teilen, namentlich auch hinsichtlich der Stahlräder und der Regler, den gehegten Erwartungen voll entsprochen. (W. 107).

Die Peltonturbinen von 25000 HP. der Anlage Venaus (Moncenisio-Italien).

Die Gesellschaft „Forze Idrauliche del Moncenisio" hat in den letzten Jahren ein großartiges Projekt zur bessern und vollständigen Ausnützung des Baches Cenischia studiert und ausgeführt: Die Hauptzentrale ist in Venaus, wo das verfügbare Gefälle 1100 m. beträgt und somit das größte in und außer Italien ist, wenn man von Fully in Savoyen absieht.

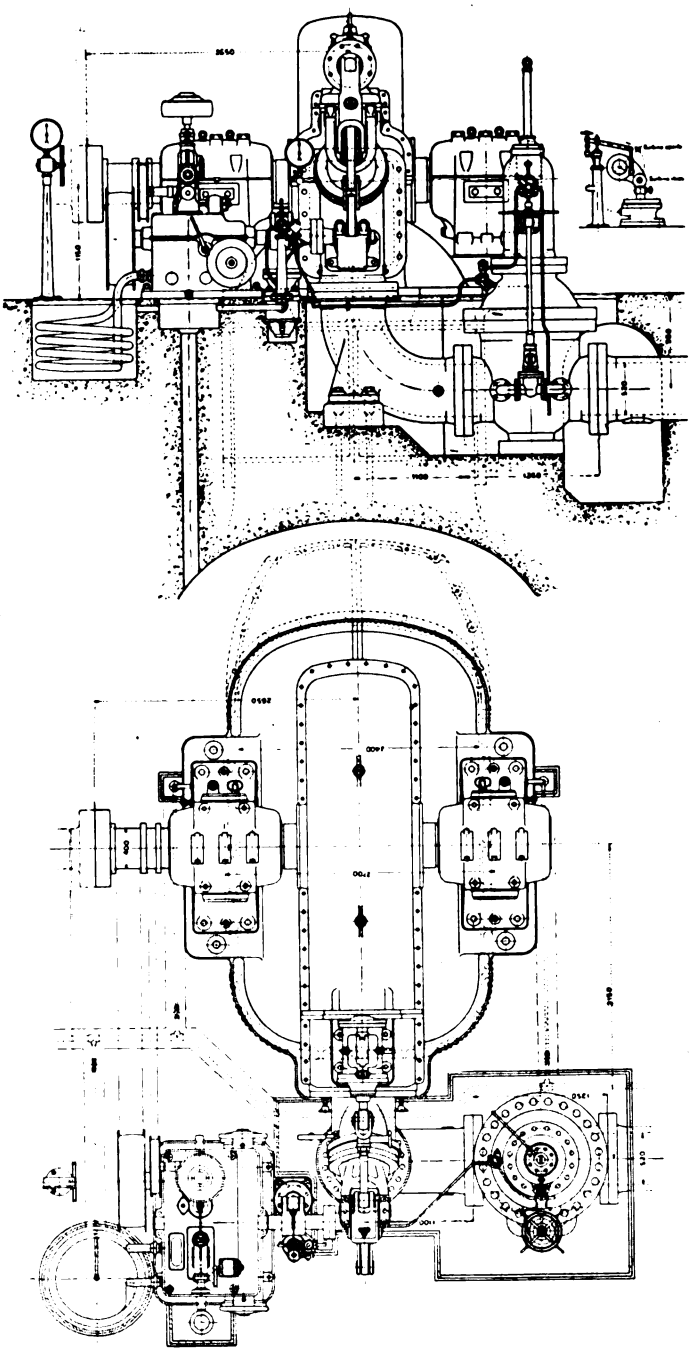


Abb. 1b. Ansichten der 26000 PS Peltonturbine

Unter Zugrundelegung der größten verfügbaren Wassermenge wurden Turbinen für 2430 l/Sek. gewählt, was bei einem Nettogefälle von 1020 m den 26 000 PS entspricht. Die Tourenzahl beträgt 500 in der Min. zur Erzeugung von Wechselstrom von 50 Perioden. In der Zentrale sind vier Einheiten vorgesehen, von denen drei schon installiert sind und sich in normalem Betrieb befinden. Die Konstruktion der Turbinen wurde der Firma „Costru Zioni Meccaniche Riva" übertragen.

Diese Turbinen, Abb. 1a—1b und 2 stehen jedenfalls, dem hohen Gefälle und der großen Leistung wegen einzig da; denn keine der bisher anderswo konstruierten Peltonturbinen erreicht die Leistung von 26 000 Pferdekräften mit einer einzigen Düse und einem einzigen Laufrad.

Im Bau dieser Turbinen hat die Firma „Riva" ihre langjährigen in der Konstruktion von vielen anderen Anlagen gemachten Erfahrungen zu Nutze ziehen können, z. B. auch die einer Anlage die bei 750 m und Einheiten von 15 000 PS seit vielen Jahren ohne irgend welche Störung im Betrieb ist und eben deswegen hat sie auch in dieser ausnahmsweise wichtigen Anlage an ihrem Normaltyp für Peltonturbinen für hohes Gefälle festhalten können, natürlich nicht ohne jedes einzelne Detail genau zu prüfen und den Verhältnissen anzupassen.

Das Laufrad ist vollständig aus Stahl hergestellt; die Stahlgußschaufeln sind an den von dem Wasser beauf-

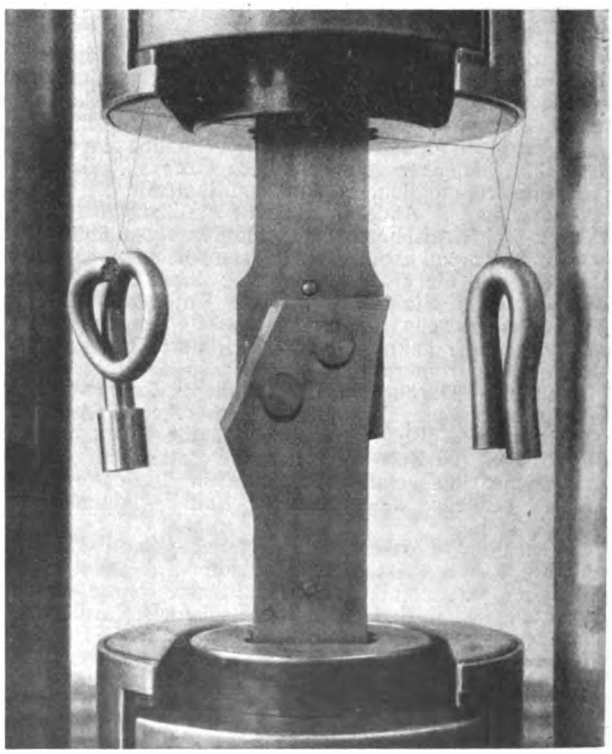


Abb. 3. Schaufelbefestigungsbolzen in der Prüfmaschine.

Digitized by Google

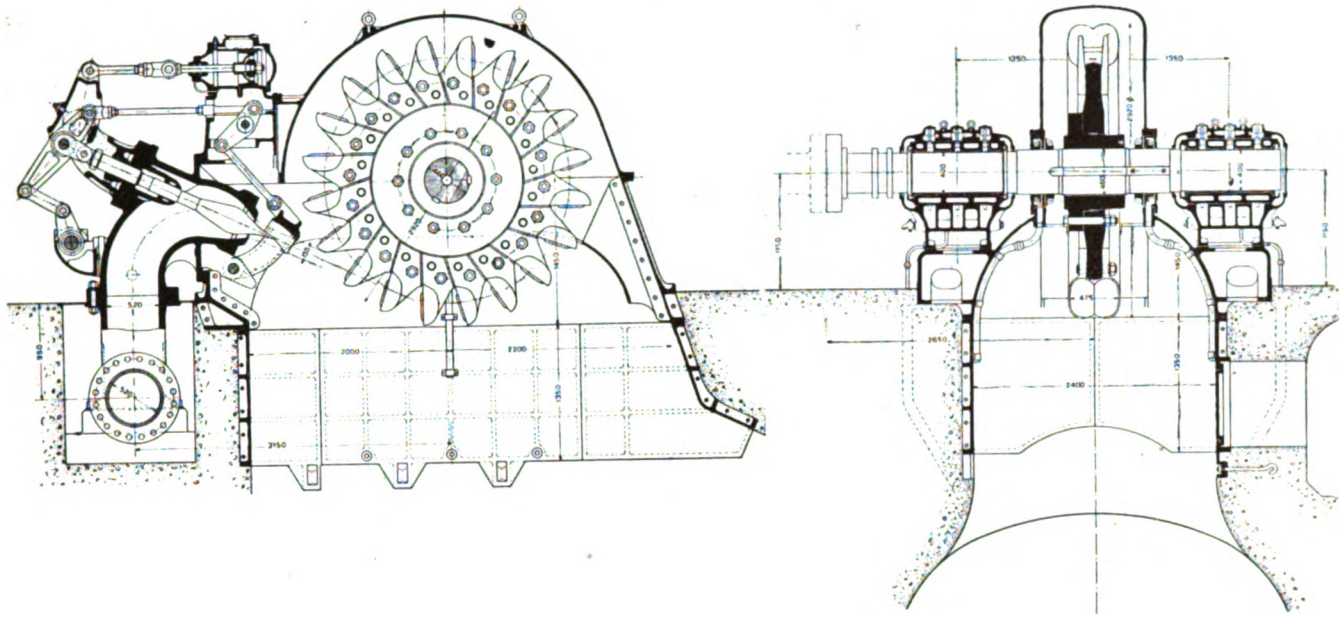


Abb. 1a. Schnitte der 26000 PS Peltonturbine.

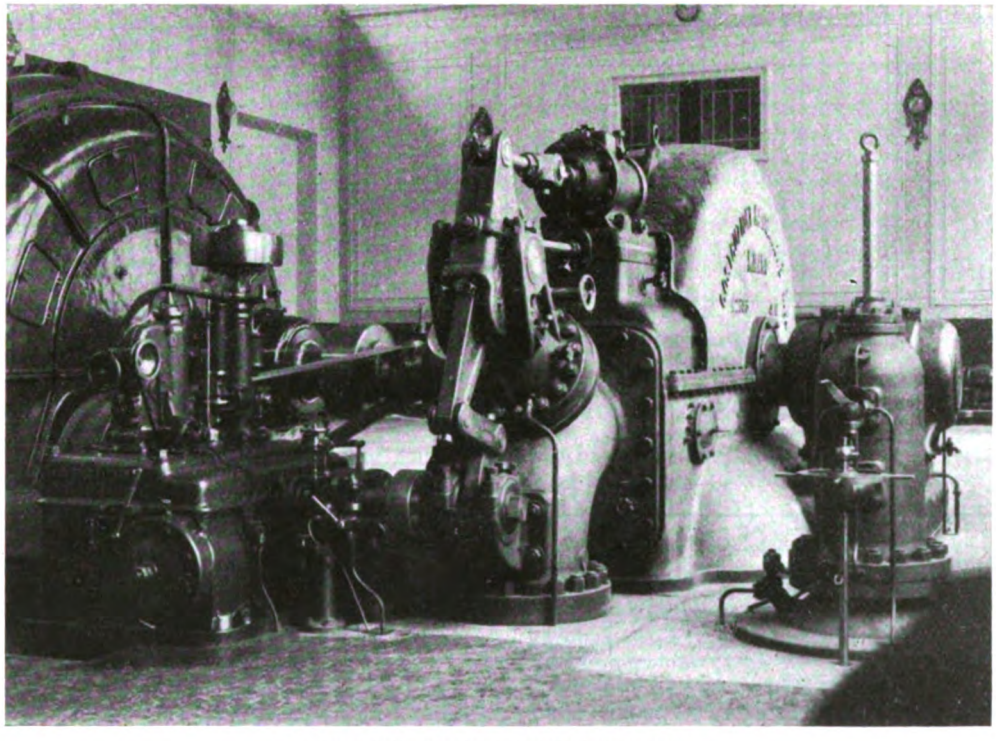


Abb. 2. Schaubild der 26000 PS Peltonturbine

schlagten Flächen sorgfältig geschliffen und mittelst konischer Bolzen und Keilen an der aus Stahl geschmiedeten Radscheibe befestigt. Die Radscheibe ist dann mit der auf der Welle aufgekeilten Nabe sorgfältig verschraubt. (Abb. 1a). Die separate Nabe hat den großen Vorteil bei Ersatz das Auswechseln des Laufrades zu erleichtern und wird von der Firma „Riva" bei wichtigern Rädern immer ausgeführt. Alle Teile des Laufrades sind so berechnet, daß sie die Höchstgeschwindigkeit bei event. Durchbrennen der Maschine ohne gefährliche Beanspruchung des Materials ertragen.

Die Befestigung der Schaufeln an die Radscheibe wurde mit größter Sorgfalt ausgeführt und es wurden auch eingehende Materialproben in der Prüfanstalt der Firma Riva gemacht, wie aus der Abb. 3 ersichtlich ist.

Der Leitapparat, aus Düse und Nadel bestehend, ist mit einer regulierbaren Oelbremse so verbunden, daß jedes rasche Schließen der Nadel und somit jegliche Druckerhöhung verhindert wird. Derselbe wird von einem Oeldruckregulator betätigt, der außerdem mit dem Strahlablenker zusammen eine rasche Geschwindigkeitsregulierung bewirkt. Das ganze Reguliersystem ist das gewöhnlich von der Firma „Riva" angewendete und in vielen Ausführungen gründlich erprobte. Das Gußgehäuse, welches

Digitized by Google

den größten Bestandteil der Maschine darstellt, besteht aus einem Deckel und dem zweiteiligen Unterteil. Letzterer ist so geformt, daß das aus dem Laufrad austretende Wasser zwanglos abgeleitet wird und dazu noch mit einer in das Fundament reichenden starken Gußpanzerung verbunden.

Die geschmiedete Stahlwelle ist hohl und vermittelst Flansches mit der Generatorwelle gekuppelt. Sie läuft in zwei starken mit Ringschmierung und Wasserkühlung versehenen Lagern, die ihrerseits auf den Unterteil des Gußgehäuses aufgesetzt sind. In das unter dem Fußboden der Zentrale durchgehende Zulaufrohr jeder Turbine ist ein mit hydraulischem Servomotor betätigter Absperrschieber aus Stahlguß eingebaut, welcher mit dem Turbineneinlauf durch einen Rohrkrümmer aus Stahlguß verbunden ist. Die unter Druck stehenden Maschinenteile sowie auch der untere Teil der drei Rohrleitungen wurden vor der Inbetriebsetzung bis auf 1800 m abgepresst.

Die automatischen Oeldruckregulatoren die größten der von der Firma „Riva" gebauten Nummern, sind mit allen für eine so wichtige Zentrale nötigen Vorrichtungen ausgerüstet, z. B. mit automatischen Kompensationsapparaten der Tourenzahl, die gestatten, je nach Bedürfniss die Tourendifferenz zwischen Leerlauf und Vollast von 6% auf Null zu reduzieren oder eventuell negativ werden zu lassen. Mittelst Elektromotor und Spiralfeder kann die Maschine vom Schaltbrett aus auf Parallelschaltungsgeschwindigkeit einge-

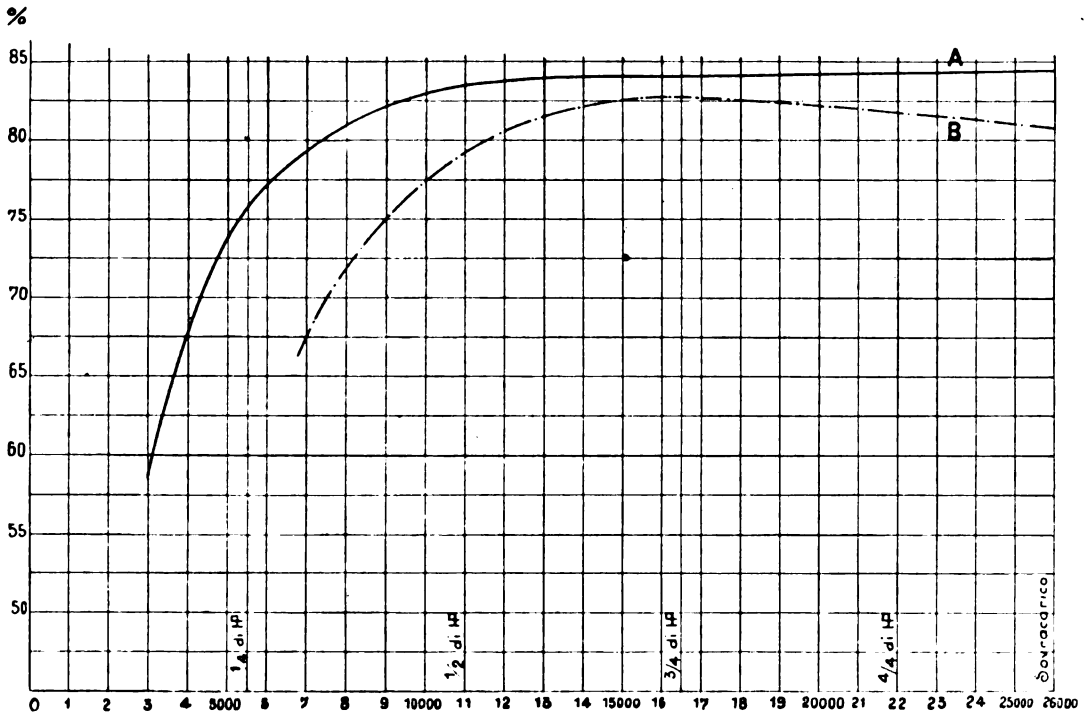


Abb 4. Wirkungsgradkurve: a) erreichte Wirkungsgrade; b) garantierte Wirkungsgrade.

Zahlentafel I.

Centrale Venaus. Abnahmeversuch mit Gruppe 2.
1.—2. Sept. 1923. Geschwindigkeitsproben.

Nr.	Belastung kW	Oeffnung mm	Drücke		Drehzahl					Druck-Garantie	Geschw.-Garantie	Schluß-zeit Sek.
			Höchstdruck m	Ueberschreitg. %	n norm.	n max.	max. Steigerung	Dauer in Sek.	Ueberschreitg. %			
1	4 000	16	1150	5,1	502	516	10	6	2,4	6 : 12	3 %	6
2	8 000	28	1155	5,6	501	520	13	6	3,3		6—7 %	10
3	12 000	49	1145	4,7	500	522	16	6	3,5		—	18
4	16 000	70	1140	4,3	500	532	25	8	5,7		14—16 %	26
5	16 000	70	1140	4,3	500	532	19	7	5,1		14—16 %	
6	12 000	49	1145	4,7	500	522	16	6	3,8		—	
7	18 000	83	1108	1,0	498	540	26	8	6,5	12 : 6 %	—	40

Statischer Druck während des Versuches max. 1093,30 m

Digitized by Google

stellt werden und dann nach Bedarf mehr oder weniger belastet werden. Ferner besitzen die Regulatoren Sicherheitsregler, die ein plötzliches Ablenken des Düsenstrahles und das langsame Schließen der Düse bewirken, sobald die Tourenzahl eine vorher eingestellte Höchsttourenzahl erreicht. Das Drucköl der Regulatoren wird in Kupferschlangen rückgekühlt. Das Anlassen der Maschinen geschieht durch einen hydraulischen Servomotor mit Druckwasser der Rohrleitung, der durch ein kleines Handrädchen auf ganz einfache Weise betätigt wird. Alle Maschinenteile wurden mit großer Sicherheit berechnet und alle dem hydraulischen Druck ausgesetzten haben auf Verlangen der Besteller solche Wandstärken, daß die Materialbelastung 4 kg/mm² nicht übersteigt.

Die der Abnützung ausgesetzten Teile sind leicht auswechselbar, wo irgendwo nötig und wo möglich werden die Bolzen mit Druckfett geschmiert und alle Regulierungsbestandteile sind, weil über dem Fußboden angeordnet, leicht zugänglich.

Bei den von Ingenieuren der „Forze Idrauliche del Moncenisio" mit größter Genauigkeit ausgeführten Proben wurden die von der Lieferantin übernommenen Garantien bedeutend übertroffen. Abb. 4. Die in Funktion der Belastung in Pferdestärken aufgezeichnete Nutzeffektkurve wurde auf Grund der sehr genauen elektrischen und hydraulischen Messungen bestimmt. Das Wasser wurde in dem extra dazu ausgebauten Ablaufkanal mit Ueberfall nach Bazin gemessen und das Nettogefälle durch Präzisionsmanometer bestimmt. Auch die Geschwindigkeitsgarantien, Zahlentafel I, die von einem Horn'schen Tachometer controlliert wurden, sind weit übertroffen.

Eigentliche Druckerhöhungen kommen, wie aus der beiliegenden Tabelle ersichtlich, auch bei vollständiger plötzlicher Entlastung, gar nicht vor.

Die hier erreichten Resultate sind das beste Zeugnis der Vorteile dieser Peltonturbinen und dem hohen Grad der von der italienischen Maschinenindustrie auf diesem Gebiete erreichten Vollendung. (W. 123).

Die neuesten Fortschritte im Turbinenbau.

Propellerturbinen — Europa und Amerika.

Neuere deutsche Kaplanturbinen[1]) beschreibt Dr. Schmitthenner in der Wasserkraftnummer (15) der Z. d. V. d. I. 1924 in Ueberholung der auf praktisch unwichtigen Erstlingsversuchen aufgebauten Veröffentlichung der Z. d. V. d. I. 1923, S. 444[2]). Es wird heute anerkannt, daß die Kaplanturbine „in der Möglichkeit, einen hohen Durchschnittswirkungsgrad bei hoher spezifischer Drehzahl zu erzielen, Eigenschaften aufweist, die keiner anderen der bisher bekannten Turbinenarten zukommen", wenn natürlich auch hinsichtlich des Verwendungsbereiches keine universelle Eignung vorausgesetzt werden kann, weder für die Kaplan- noch für die anderen Turbinenkonstruktionen. Besonders hervorgehoben wird die bekannte, außerordentlich flache Wirkungsgradkurve der Kaplanturbine gegenüber den Flügelrädern mit festen Schaufeln, welche bei etwa gleich hohem Maximalwirkungsgrad rasch abfallen — eine Eigenschaft, die auch die amerikanischen Propellerräder restlos teilen und naturgemäß teilen müssen. J. M. Voith hat inzwischen einige Anlagen mit Kaplanturbinen ausgeführt und berichtet der Verfasser über zwei derselben. Für das Kraftwerk Siebenbrunn der Papierfabrik Steyrermühl, Oberösterreich, wurden drei vertikale Kaplanturbinen für je 6,2 Meter Gefälle, 250 Umdr. mit je 1150 PS Leistung, also einer spezifischen Drehzahl von 930, ausgeführt (Abb. 1). Nach Erprobung eines Versuchsrades von 700 mm Durchm. wurde das vierflügelige Laufrad mit 1900 mm Durchm. gebaut. Die Verstellung der Laufradschaufeln erfolgt bei der Ausführung von Voith nicht wie bei den schwedischen Kaplanturbinen[3]) durch einen mit der Welle rotierenden bzw. in die Nabe eingebauten Servomotor, sondern vom feststehenden Turbinenregler aus, der ebenfalls als Doppelregler ausgeführt ist, über eine auf der Turbinenwelle längsverschiebliche Muffe unter Vermittlung einer in der Welle längsverschieblichen Stange, deren eines Ende durch Schlitze in der Welle und Querkeil mit der Muffe, deren anderes Ende durch ein Armkreuz und Lenker mit den Schaufeldrehzapfen verbunden ist (Abb. 2). Auf diese Muffe werden die bedeutenden achsialen Kräfte durch ein doppeltes Kugel-Drucklager vom Reguliergetriebe aus übertragen. Das Saugrohr ist hier bei rund 10 m Länge, in der Achse gemessen, zunächst schwach konisch vertikal geführt in ähnlicher Weise wie bei Francisturbinen gewohnt ohne Verwendung der typischen Kaplan-Form oder der amerikanischen Formen, wie erstere z. B. die schwedische Anlage Gävle, letztere Forsvik (vgl. S. 53 dieser Zeitschrift) zeigt. Das Sauggefälle ab Laufradaustritt macht hier etwa 55% des Gesamtgefälles aus. Die Einheitsleistung N_1 (unter 1 m Gefälle) beträgt 75 PS, es ist dies, soweit bekannt geworden, die stärkste bisher ausgeführte Kaplanturbine mit regulierbaren Laufradflügeln. Ihr folgt die Ausführung von Verkstaden für Gävle (diese Z. 1921,

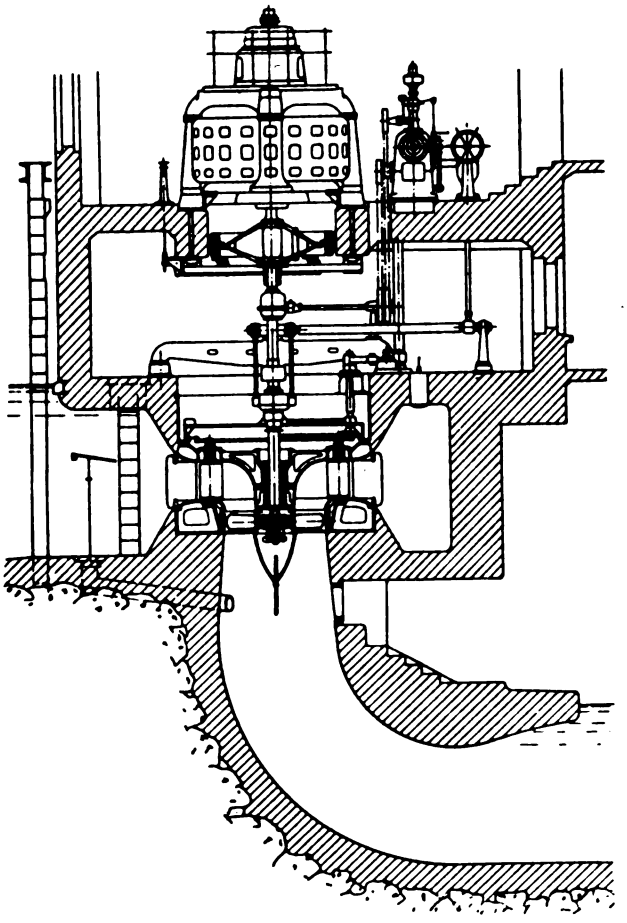


Abb. 1a. Anlage Siebenbrunn.

[1]) Ueber die Kaplanturbine s. in dieser Zeitschrift 1919, H. 17, S. 158; 1920 H. 3, S. 29; 1921 H. 21, S. 311 und H. 23, S. 343; 1922, H. 1, S 6 und 8; H. 3, S. 57; H. 11, S. 196; H. 20, S. 381; 1923 H. 11, S. 131; 1924 H. 5, S. 53. — Z. d. V. d. I. 1921, H. 40, S. 1035 und 1923, H. 17, S. 416.

[2]) Diese Z. 1923, H. 14, S. 201.

[3]) Diese Z. 1924, H. 5, S. 53. Die ersten Kaplanturbinen in Schweden.

Digitized by Google

Heft 5, S. 53) mit N_1 = 57,5 PS, von wo aus der Sprung auf N_1 = 675 PS von Verkstaden (S. 56 dieses Jahrganges unserer Zeitschr.) geht.

Die Abnahmeversuche ergaben als höchsten Wirkungsgrad 87,5%; zwischen ein Drittel und drei Drittel Beaufschlagung hält sich der Wirkungsgrad über 80%. — Zwei horizontale Kaplanturbinen wurden für die Daten: Gefälle 4,8 m, Wassermenge 2 m³/sec., Umdr. 500, spezif. Drehzahl 726, in offenem Schacht in Auerhammer (sächs. Erzgebirge) aufgestellt. Die Laufräder sitzen fliegend auf den Wellenenden, im Uebrigen gleichen diese Turbinen ziemlich der in dieser Zeitschr. 1919, H. 17, S. 158, beschriebenen Kaplanturbine von Storek (eine der ersten Ausführungen), auch bezüglich der Lösung der Laufradschaufelregulierung (wie bei den vorgenannten Siebenbrunner Turbinen). Nur hat der Saugrohrablauf von Voith eine andere Ausbildung erfahren, es wurde ein schlanker 90°-Krümmer gewählt. Der Wirkungsgradverlauf liegt hier bei ¼ Last auf 78,5%, bei ½ Last über 85%, zwischen ½ und ¾ Last auf maximal 86,5% und bei Vollast von 106,5 PS noch auf 83,5%.

Als größte derzeit für Deutschland bestellte Flügelradturbine dürfte jene für das Kachlet-Kraftwerk bei Voith in Bau befindliche von 7450 PS unter 7,65 m Gefälle (N_1 = 352) mit einer spezifischen Drehzahl von 508 und mit festen Schaufeln gelten.

Bemerkenswerte Mitteilungen über den Stand des deutschen Kaplanturbinenbaues hat Dr.-Ing. Hahn in seinem Vortrag (vgl. S. 198 dieser Zeitschrift) gemacht, aus welchen hervorgeht, daß das Zögern der maßgebenden Turbinenfabriken bei uns wenigstens einem zielbewußten Fortarbeiten Platz gemacht hat, das wohl als weitere Folge eine Verbilligung und damit weitere Einführung als wirtschaftlichen Erfolg durch Hebung des Jahreswirkungsgrades vieler Anlagen mit stark schwankender Belastung oder Wassermenge bringen dürfte.

Neuere Storek-Kaplan-Turbinen. Leistungs-

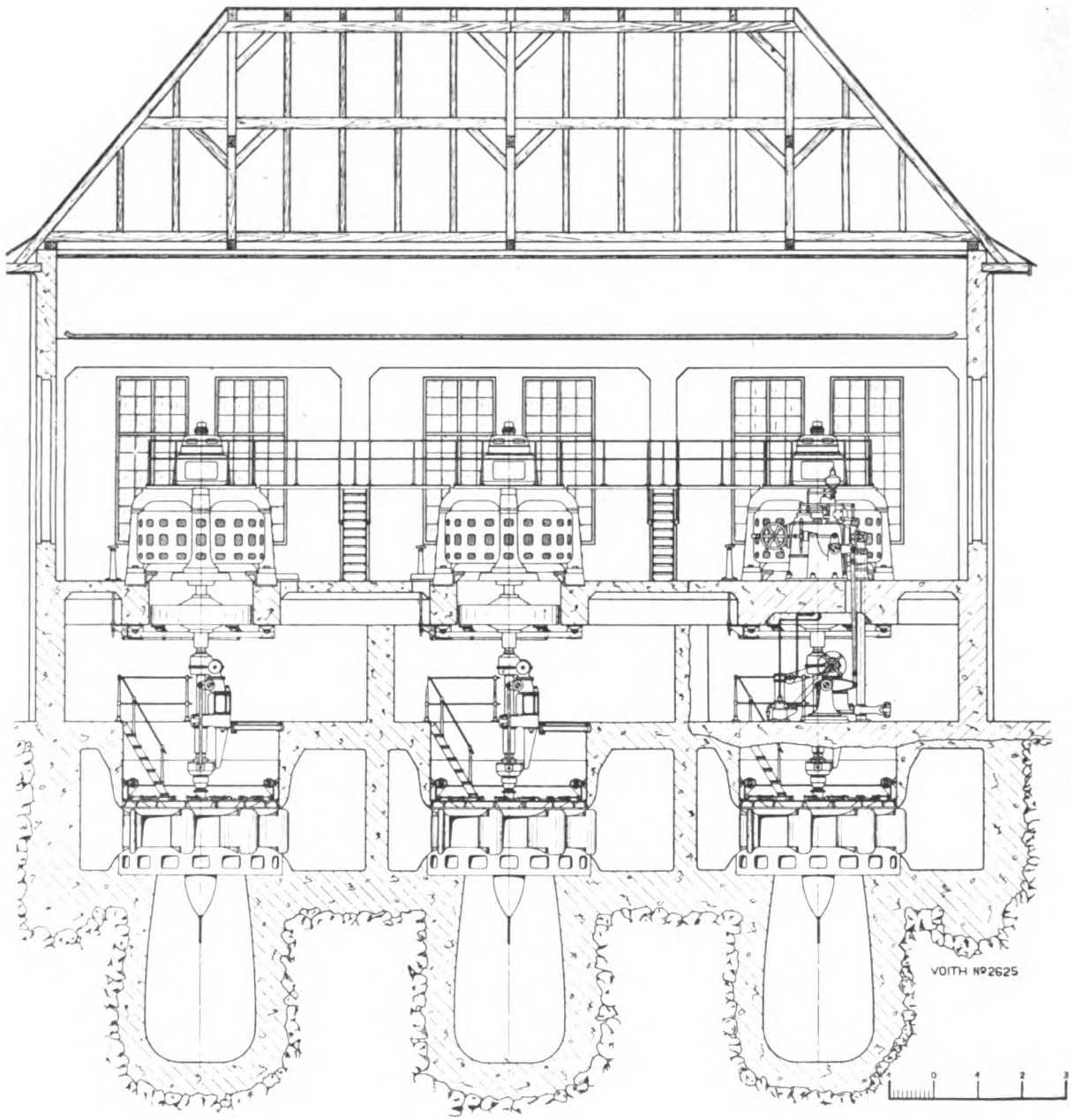


Abb. 1b. Anlage Siebenbrunn.

Digitized by Google

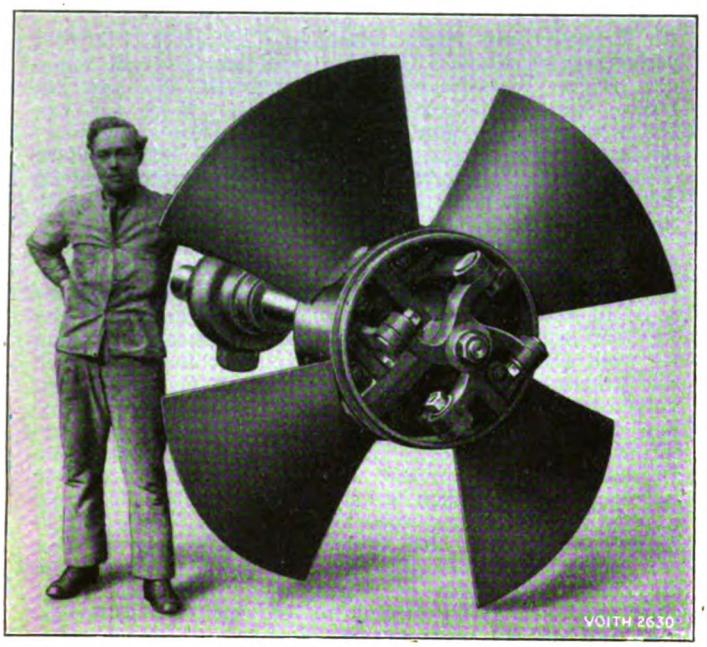


Abb. 2. Laufrad Siebenbrunn

versuche an einer Kaplanturbine von Ign. Storek, Brünn, teilten Prof. Dr. Meixner und Prof. Zickler, welche die Versuche durchführten, in den Mitteilungen des Hauptvereins deutscher Ingenieure in der tschechoslow. Rep. 1924, Nr. 2, mit. Die Turbine hatte unter 17 m Gefälle bei 1,7 m³/sec. 300 PS zu leisten bei einer Drehzahl von 1000 i. d. Min. entsprechend einer spezifischen Drehzahl $n_s = 500$. Der Laufraddurchmesser ist 600 mm. Die Turbine ist mit einem Drehstromgenerator unmittelbar gekuppelt. Das Wasser wird der Turbine durch ein 60 m langes Druckrohr von 1,20 m Durchm. zugeführt, die Turbine ist in einem Betonkessel mit gußeisernem Deckel nach Art eines Mannlochdeckels eingebaut so, daß die Druckhöhe bis Turbinenachse 14,25 m und die Saughöhe rund 2,75 m beträgt (Abb. 3)[4]. Da die verfügbare Wassermenge beim vorläufigen Ausbau ohne Speicher auf 0,5 m³/sec. zurückgehen konnte, mußte auf die Wahl einer Turbine mit möglichst flachem Wirkungsgradverlauf Bedacht genommen werden, was mit für die Wahl einer Kaplanturbine bestimmend war. Die Leistungsmessungen hatten nicht so sehr die Aufgaben einer Abnahmeprüfung, als vielmehr unter Beobachtung der höchsten erreichbaren Genauigkeit den Zweck, wissenschaftlich einwandfreie Ergebnisse über den Wirkungsgrad bei verschiedenen Beaufschlagungen zu sammeln und wurden daher mit aller Sorgfalt ausgeführt. Die Leistung wurde elektrisch ermittelt und mit den Wirkungsgradkurven des Generators umgerechnet. Die Luft- und Lagerreibung von Schwungrad und Welle wurde zu 1,91 PS berechnet. Die Wassermessung erfolgte im Oberkanal durch Flügel in 36 Punkten und Einführung der nötigen Korrekturen mit Rücksicht darauf, daß der Meßquerschnitt etwa 200 m oberhalb des Wasserschlosses lag (ein anderer Weg der Wassermessung oder eine andere Meßstelle war durch die Gesamtanordnung der Anlage ausgeschlossen). Das Gefälle wurde durch Nivellement der Höhenunterschiede zweier Pegel im Ober- und Unterwasser ermittelt, an welchen laufend die Wasserstände abgelesen wurden. Die Verluste durch Rohrreibung wurden rechnerisch für die einzelnen Wassermengen ermittelt[5]) und vom Gefälle in Abzug gebracht, näheres hierüber vgl. die ausführliche Quelle, ebenso mußten die Wasserverluste durch undichte Schützen im Wasserschloß in Abzug gebracht werden. Ein Bild über die durch diese Korrekturen etwa möglichen Fehler in der Wirkungsgradbestimmung kann aus dem Größenverhältnis der Korrekturen zu den gemessenen Werten gewonnen werden, es ergeben sich aus der im Original veröffentlichten Zahlentafel der Meßwerte folgende Beispiele:

gemessene Wassermenge m³/sec.	0,82	1,285	1,740
Betrag der Wassermengen-Korrektur in % der gemessenen Menge	10,85	4,43	3,28
Betrag der Gefälls-Korrektur in % des gemessenen Gefälles	0,587	1,677	3,20

Unter der Einschränkung, daß man — soferne nicht die Richtigkeit der Korrekturwerte durch direkte wenigstens stichprobenweise Messungen belegt wurde — mit einigen % Einfluß auf den Wirkungsgrad wird rechnen müssen, verdient aber das Ergebnis der Versuche, wie es in Abb. 4 zusammengefaßt ist, volle Beachtung und fällt in den Rahmen der von anderen Seiten gemessenen Werte, z. B. auch der im vorhergehenden Bericht erwähnten Voith-Kaplanturbinen und der früher hier veröffentlichten schwedischen Ergebnisse.

Ein Bild über die Ungenauigkeit infolge der angeführten Korrekturen gibt die Ueberlegung, daß z. B. im zweiten Falle (gemessene Wassermenge 1,285 m³/sec.) ein Fehler von + 50% in der Verlustwassermenge durch die Schützen (oder durch Undichtigkeiten im Kanal zwischen Meßprofil und Einlauf) addiert zu einem Fehler von + 50% in den rechnerisch gewonnenen Gefällsverlusten zusammen einen Fehler im Wirkungsgrad von + 3,1% ausmachen. Aus dem Ergebnis ist so, wie es hier vorliegt, bemerkenswert, daß der Wirkungsgrad im Bereich von 0,75 m³/sec. an über 84% liegt, d. i. also bei rund 40% Beaufschlagung.

Aehnlich waren die Ergebnisse der Proben, welche der tschechoslowakische Staat vom 9. bis 29. Nov. 1921 im staatlichen Elbekraftwerk Podebrad mit einer Kaplanturbine von 1800 mm Durchmesser und den Daten: Ge-

[4]) Die Abb. 3 und 4, diese Anlage und deren Wirkungsgrade zeigend, müssen wir infolge Verzögerung im Eingang der Druckstöcke in nächster Nummer folgen lassen. Die Schriftltg.

[5]) Hierin liegt allerdings eine gewisse Ungenauigkeit und es ist aus der Quelle nicht zu ersehen, ob und wie eine Kontrolle zwischen Rechnung und Wirklichkeit geübt wurde.

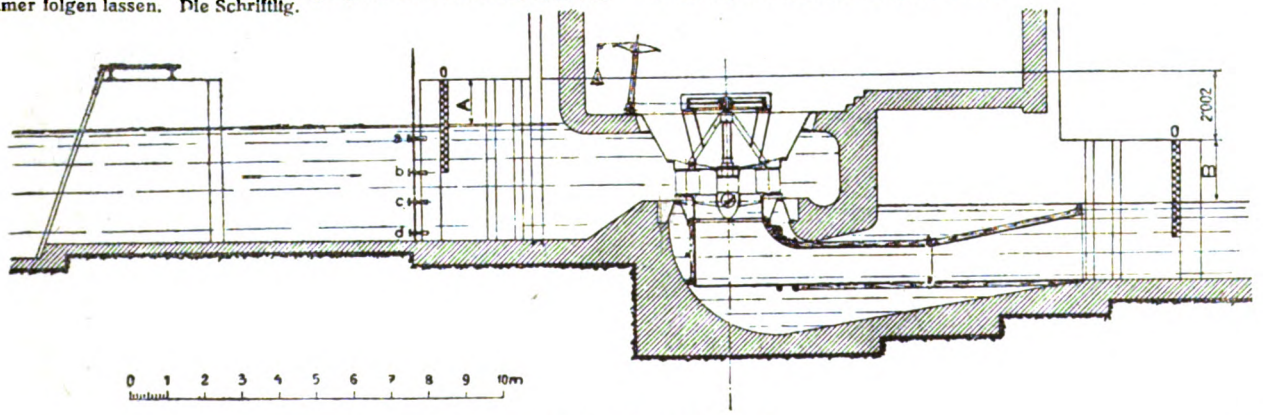


Abb 5. Kaplan-Versuchsturbine in Podebrad.

Digitized by Google

fälle 2,5—1,5 m; Q = 10 m³/sec., Leistung max. 275 PS, vornehmen ließ[6]). Die Turbine war als Versuchsturbine, daher mit nicht während des Betriebs verstellbaren Laufradschaufeln gebaut, mußte vielmehr jeweils nach Beendigung einer Versuchsreihe zur Aenderung der Schaufelstellung stillgesetzt werden, was jeweils ¾ Stunden beanspruchte. Eingebaut war sie in die leere Kammer einer Francisturbine nach Abb. 5 mit hölzernem Kaplansaugrohr-Einsatz. Das Laufrad war vierflügelig, das Leitrad besaß 12 Drehschaufeln der üblichen Ausführung. Auf der Welle war eine Bremsscheibe von 2000 mm Durchmesser mit Bandbremse angebracht. Die Welle lief im Leitraddeckel in einem Führungslager, unter der Bremsscheibe in einem Kugelhalslager und einem Kugeldrucklager. Die Wassermenge wurde bei Versuchen in Gegenwart von Fachvertretern des Ministeriums für öffentliche Arbeiten durch je 32 Flügelmessungen in einem vorbereiteten Meßquerschnitt ermittelt, die drei verwendeten Flügel zeigten nur verschwindende Abweichungen unter einander. Parallel dazu wurden auch Salzmessungen unter sorgfältiger Vorbereitung der Zuführungseinrichtungen angestellt, diese ergaben gegenüber den Flügelmessungen bei 5,5 m³/sec. eine um 2,27% höhere Wassermenge. Die mit Flügel ermittelten Wassermengen wurden daher um den halben Unterschied vergrößert, d. h. die Wirkungsgrade gegenüber den Flügelmessungen verschlechtert. Das Ergebnis des Rades für eine spezifische Drehzahl von rund 700 war eine Wirkungsgradkurve, welche von rund 3,3—8,5 m³/sec. über 0,85 lag und von rund 4—7 m³ sec. 0,88 überschritt. Weitere Versuche im Frühjahr 1922 ergaben für ein Rad von n_s = 1200 ein Maximum von 0,85 und bei halber Wassermenge noch 0,75. Von großem Interesse ist auch die durch Vergleichsversuche an ähnlich vergrößerten Rädern von 300, 600 und 1800 mm Durchm. festgestellte Geltung des Aehnlichkeitsgesetzes nach Camerer für diese Turbinenart. Die mit den verschiedenen Rädern erhaltenen Wirkungsgradkurven entsprechen den nach diesem Gesetz berechneten Werten.

Ueber die Ausführungen von Kaplanturbinen in Schweden haben wir bereits in Heft 5, S. 53 dieser Zeitschr. berichtet. Neueste Versuchsergebnisse vom Mai ds. Jhrs. aus der Prüfstation Lilla Edet mit einer Kaplanturbine gibt die Abb. 6 für spezifische Drehzahlen bis zu rund 700 bei noch 80% Wirkungsgrad. Zu bemerken ist die außerordentliche Konstanz des Wirkungsgrades — wenn man nur den über 80% liegenden Teil in Betracht zieht — im Bereich von rund 3,5—17,75 PS Leistung, also bis auf etwa ein Fünftel der Höchstleistung (diese noch mit 80% Wirkungsgrad gemessen!) herab; von der tatsächlich erreichten Höchstleistung mit noch 75% Wirkungsgrad (20,5 PS) ab gerechnet erhält man noch 80% bei nur rund ein Sechstel Leistung (nicht Beaufschlagung!), wogegen für Propeller mit festen Schaufeln (Lawaczeck) mit 40% geringerer spezifischer Drehzahl für den Leerlauf schon die gleiche Wassermenge erforderlich ist, die hier ein Drittel der Normalleistung erzielt. Der Wert der von Hahn (a. a. O.) erwähnten Kombination von Kaplanturbinen als Regulierturbinen und anderen Schnelläufern (Propellern) billigerer Bauart als Grundbelastungsturbinen zur Verbindung höchsten Dauerwirkungsgrades mit billigsten Anlagekosten wird dadurch augenfällig.

Die neueren Formen der Achsialturbinen und Lawaczeckturbinen, deren Bau besonders von A. B. Finshyttan in Schweden und der Fritz Neumeyer A.-G. in München, sowie von den Ateliers de Charmilles in Genf bisher in größeren Einheiten gepflegt wird, sind — wohl ebenso wie auch die Kaplanturbinen — durch die Erkenntnisse der Aerodynamik über die Strömungsvorgänge und die günstigste Form der Schaufeln — analog den Flugzeugtragflächen — beeinflußt worden. Die ursprünglichste Form der Lawaczeckturbine — soweit sie aus einem vor mehreren Jahren im Verein deutscher Ingenieure in München gehaltenen Vortrag von Dr.-Ing. Lawaczeck bekannt geworden ist — als mehrgängige Schraubenturbine findet sich neuerdings in den von der Maschinenfabrik Th. Bell & Cie., Kriens, für die Zentrale Matte in Bern gelieferten Schnelläufern mit einer spezifischen Drehzahl n_s = 725—955 bei den Garantiewerten: Gefälle 3,45 m, Umdrehungen 200 bzw. 250 i. d. Min., Leistung 290 bzw. 323 PS, Schluckfähigkeit 7,88 bzw. 9 m³/sec., deren Konstruktion und Erprobung in Modellen von 167 und 505 mm Durchm. und Ausführung von 1600 mm Durchm. von Prof. Prásil eingehend beschrieben ist[7]). Bei jenen Versuchen hat sich die Saugrohrausbildung als außerordentlich maßgebend für den Wirkungsgrad bzw. für die Uebereinstimmung zwischen Modell und Ausführung erwiesen und den Wirkungsgrad um bis zu 20% beeinflußt. Das endgültige Saugrohr geht hier schwach konisch etwa 1,25 m senkrecht nach unten, um in schlankem Bogen (die Sohle bis auf zirka 4 m unter Laufrad-Austritt gezogen) und nach der horizontalen Richtung hin stark sich verbreiternd wieder gradlinig bis auf zirka 1.80 m unter Laufradaustritt anzusteigen bei einer Saugrohrlänge, in der Achse gemessen, von etwa 11 m. Der Laufradaustritt liegt hier ungefähr in Höhe des Unterwassers. Das Laufrad, Abb. 7, zeigt einen zweigängigen Schraubenausschnitt von je 180° Umfang, in einen sich erweiternden Ring eingebaut, ohne äußere Radbegrenzung. Der Leitapparat (Abb. 8) mit 12 Drehschaufeln ist in eine zum Teil aus einem spiraligem Blechdeckel

[6]) Hybl, Zkousky s pokudsnou, vodni turbino systém Storek-Kaplan v. Podebradech. Zprávy verejné sluzby technické 1922, Sonderabdruck, rer Mikyska. Versuchsergebnisse mit Storek-Kaplan-Turbinen, Z. d. V. n I. 1924, H. 17, S. 416.

[7]) Schweiz. Bauzeitung 1924, H. 1 bis 4, S. 1, 22, 31, 39.

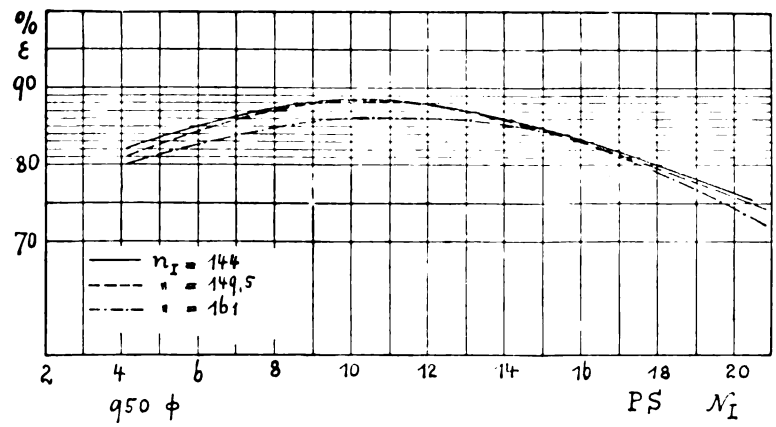


Abb. 6. Wirkungsgrade einer Kaplanturbine (Verksladen)

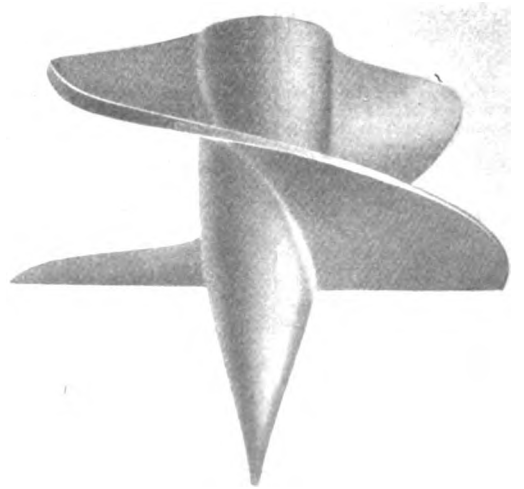


Abb. 7. Schraubenturbine von Th. Bell

Digitized by Google

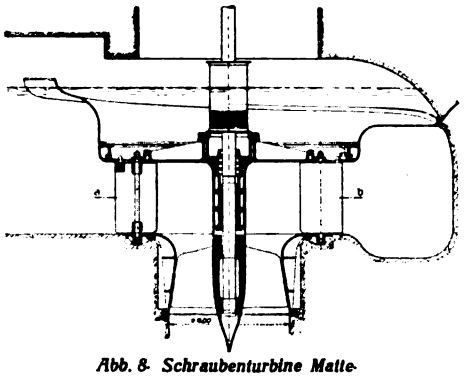


Abb. 8. Schraubenturbine Matte.

gebildete Einlaufkammer eingebaut. Die eingehenden Proben ergaben, nachdem das Saugrohr genau dem Modellsaugrohr konform gemacht worden war, einen maximalen Wirkungsgrad von 85% bei ns = 725 und 7 m³/sec. = 89% Beaufschlagung, sinkend auf 40% bei ½ Beaufschlagung bzw. 83% bei voller Beaufschlagung; 75% Wirkungsgrad werden noch bei 73% Beaufschlagung erreicht. Die Turbine stellt also einen für wenig veränderliche Wassermengen sehr brauchbaren Schnelläufer dar.

Das Gegenstück zur Schraubenturbine ist die besonders von Zuppinger seit Jahren befürwortete Konus- oder Diagonalturbine, aus der Francisturbine durch Herabziehen der Laufradschaufeln und Geraderichten der Ein- und Austrittskanten im Profil entstehend. Auch diese Turbinenart hat neuerlich eine Probe im Großen beim Umbau der alten Vertikalturbinen des Elektrizitätswerkes Chèvres in der Ausführung der Ateliers de Charmilles, Genf, bestanden. Das Laufrad dieser Turbine (Abb. 9) besitzt im Profil tief nach innen gezogene Sichelschaufeln mit großenteils gerade gestreckten und ungefähr unter 45° geneigten Eintrittskanten und als — konstruktiv etwas komplizierte — Eigenart ebenfalls schräg gestellte drehbare Leitschaufeln. Mit dieser Turbine, deren Idee auf Ing. Büchi und auf das Jahr 1904 zurückreicht, wurden in Chèvres unter ungünstigen Einbauverhältnissen gemessen bei

Gefälle	m	6,5	6,5	5,0
Leistung	PS	1850	1700	1200
Wirkungsgrad	%	78	81,8	—
spezifische Drehzahl		538	515	606

Hierüber berichtet die „Schweiz. Bauztg." 1923, Heft 8, Seite 97, Näheres.

Die eigentliche sog. Lawaczekturbine, von Dr.-Ing. Lawaczek mit A. B. Finshyttan entwickelt, hat den Sprung zur zweitgrößten Turbine der Welt, auf die Einheitsleistung (unter 1 m Gefälle) bezogen, gemacht[8]). Sie kann zum Unterschied von der Diagonal-

[8]) Z. d. V. d. I. 1924, H. 15 S. 362

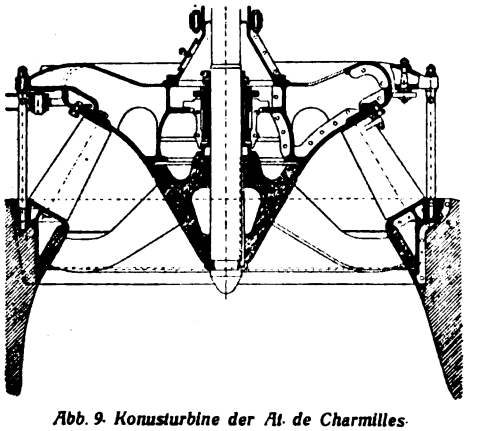


Abb. 9. Konusturbine der At. de Charmilles.

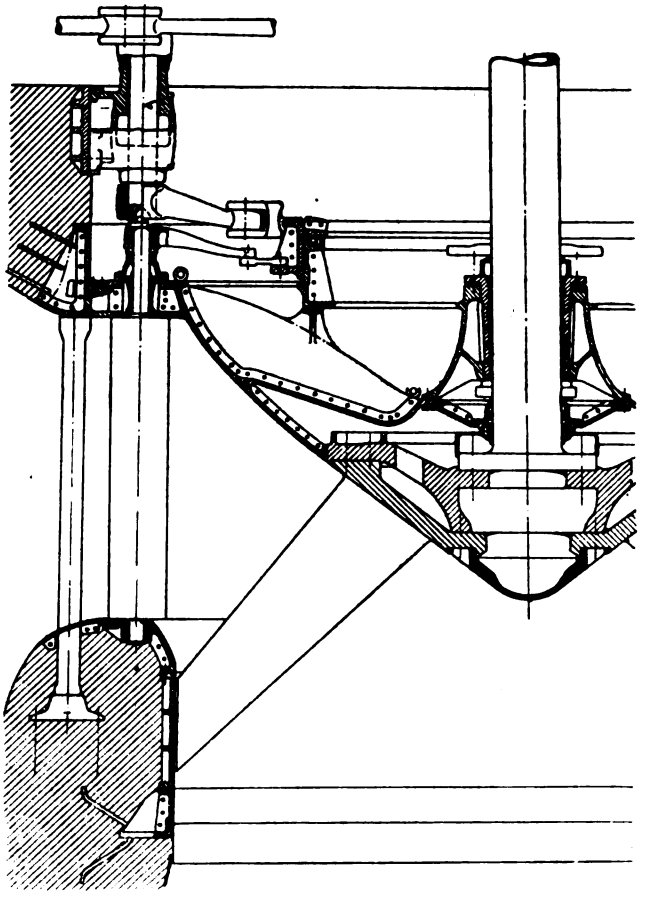


Abb. 10. Lawaczek-Turbine Lilla Edet.

Francisturbine, bei welcher die Schaufeln schräg nach unten gestreckt sind, vielleicht treffend als Diagonal-Propellerturbine mit schräg nach oben gelegten festen Flügeln und gegenüber den Kaplanturbinen erhöhter Flügelzahl (8 bis 10) angesprochen werden. Die in Abb. 9 dargestellte Turbine für das staatliche schwedische Kraftwerk Lilla Edet mit 6000 mm Durchmesser und 8 Schaufeln, für 10 000 PS Leistung unter 6,5 m Gefälle bei 62,5 Umdr./Min. besitzt 8 Flügel, welche — und dies ist ein besonderer Vorzug der Lawaczekturbine gegenüber der Diagonal- (und Francis-) turbine, sämtliche nach einem Modell gegossen und einzeln an die Nabe angeschraubt sind, so daß auch größte Räder leicht transportabel und leicht bearbeitbar bleiben. Diesen Vorzug teilt allerdings auch die Kaplanturbine. Das Leitrad ist ein übliches Francisleitrad. Mit dem für Lilla Edet gebauten Versuchslaufrad wurden die bereits in dieser Zeitschrift, Heft 5, S. 55, Abb. 9, gezeigte Wirkungsgradkurve erreicht. Mit einem anderen Modellrad dieser Turbinentype von 460 mm Durchmesser bei ns = 570 wurden 87% Wirkungsgrad erreicht. In Deutschland sind Turbinen dieser Type für die neuen Kraftwerke der Rhein—Main—Donau-A.-G. bei Viereth und im Kachlet bei der Fritz Neumeyer A.-G. und Escher, Wyß & Cie. im Bau. Die Abb. 11 zeigt das Laufrad einer der bei ersterer Firma in Arbeit stehenden Turbinen für das Mainkraftwerk Viereth mit 2000 PS Leistung unter 3,5 bis 5,3 m Gefälle bei ns = 535. Das Rad weist einen größten Durchmesser von 2900 mm auf. Die Teilbarkeit desselben erleichtert nicht nur den Transport, sondern auch die Herstellung außerordentlich: jeder der 9 Flügel mit dem zugehörigen Neuntel der Nabe ist ein verhältnismäßig kleines und leicht zu bearbeitendes Stück und die Modellkosten sind eben dadurch, daß nur ein Segment- bzw. Flügelmodell nötig ist, sehr gering.

Digitized by Google

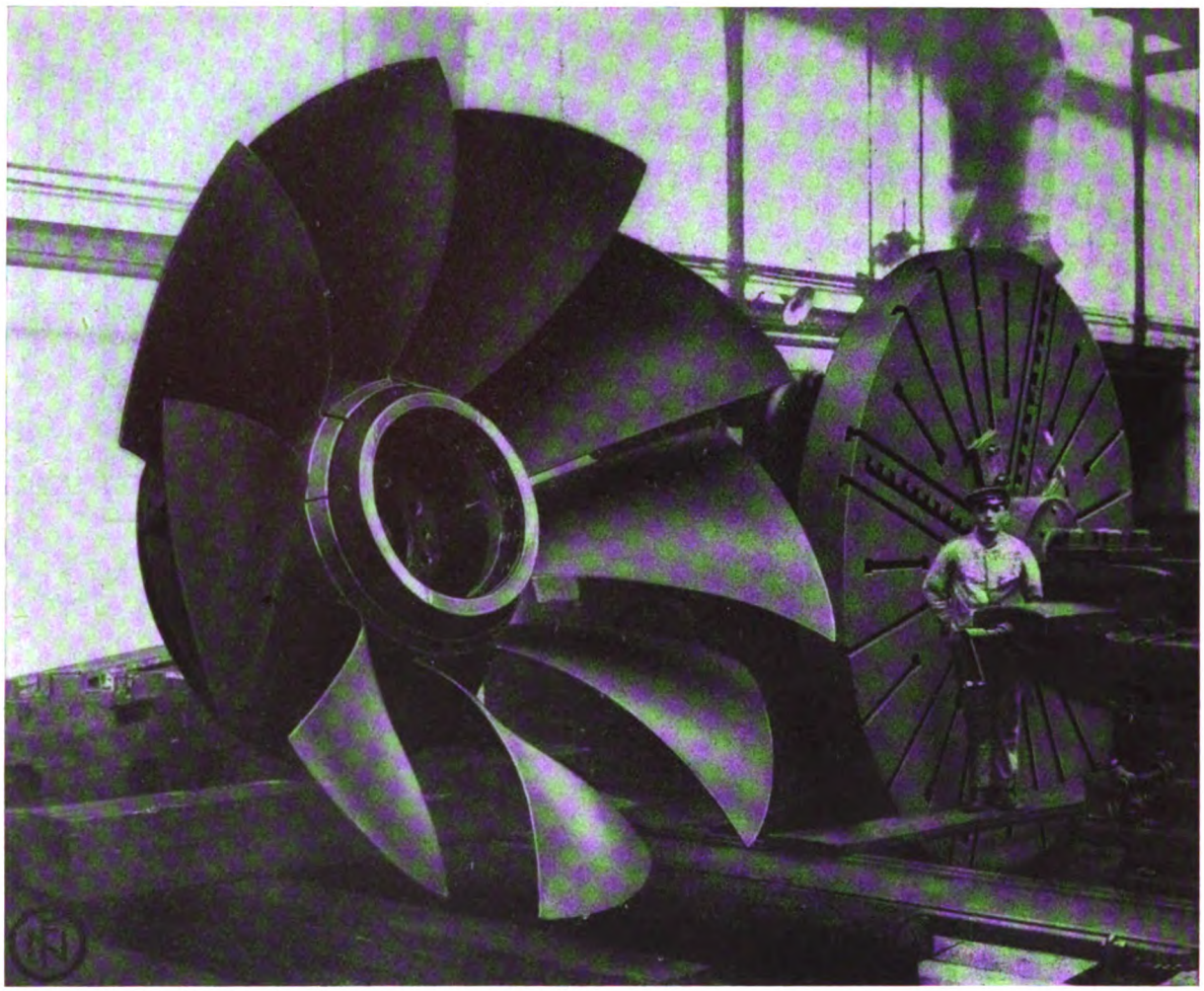


Abb. 11. Laufrad einer Propellerturbine.

Es ist kennzeichnend für die Entwicklung des Turbinenbaues in den letzten acht Jahren, auf welchen verschiedenen Wegen die einzelnen Schöpfer und Firmen durch theoretische wie durch experimentelle Entwicklung neben der Vervollkommnung der Francisturbine die „kritische" spezifische Drehzahl von etwa 450 dieser letzteren Type überschritten haben und ebenso kennzeichnend für den Leitsatz, daß die hohe Schnelläufigkeit letzten Endes ein Ergebnis geringster Schaufelzahl im Laufrad und bester Rückgewinnung der Austrittsenergie ist, ohne letztere begrenzen zu müssen, ist es, daß alle die verschiedenen Laufradtypen von der Schraubenturbine bis zum reinen Propeller bei bester Durchbildung dieser Einzelheiten ziemlich die gleichen höchsten Wirkungsgrade erreichen ließen. Der Unterschied im Verlauf der Wirkungsgradkurven, wofür je in manchen Fällen durch die Rücksicht auf schwankende Wassermenge oder Belastung oder veränderliches Gefälle eine möglicht flache Kurve für Teilbelastungen vorgeschrieben wird, liegt einzig in der Anpassung der jeweiligen Flügelstellung des Laufrades zur Leitschaufelstellung bzw. zum Wasserwirbelverlauf, und hier ist die Kaplantype, die infolge ihrer geringen Flügelzahl und deren rein radialer Stellung als einzige und ohne erhebliche Schwierigkeiten die Verstellbarkeit der Flügel im Betrieb auf selbsttätigem Wege gestattet, bisher noch nicht überholt und nicht zu überholen. Es darf gesagt werden, daß gerade die Ausbildung der Kaplanturbine mit drehbaren Flügeln als Weiterbildung seiner ursprünglichen Propellerräder die Tat Kaplans im Verein mit Storek und Verkstaden war. Auf diesen Punkt hat mit voller Richtigkeit auch Dr.-Ing. Graf in seinem Vortrag im V. d. I. in München und in seiner Diskussion in der Z. d. V. d. I. gegenüber Prof. Baudisch hingewiesen: Nicht die spekulative Darlegung irgend einer Möglichkeit oder deren Niederlegung in den Patentakten begründet den Anspruch auf die Priorität eines Fortschrittes, sondern die Einführung in praktisch anwendbarer Form.

Amerikanische Propeller-Turbinen. In Amerika werden als Riesenerfolg die Propellerturbinen von Great Falls der Manitoba-Power-Co.[9]) gefeiert, geliefert von den Dominion Engineering Werks, mit einer Einheitsleistung von 395 PS unter 1 m Gefälle, die stärkste amerikanische Propellerturbine nächst der Nagler-Turbine von Troy, U. S. A.,[10]) mit einer Einheitsleistung von 285 PS bei einer spezifischen Drehzahl von 675. Diese erstere Turbine zeigt Abb. 12 im Schnitt (aus „Power" entnommen). Ein Francislaufrad gleicher Leistung und gleichen Durchmessers (Anlage Cedars Rapids) hat nur etwa die halbe Drehzahl (55%) des Propellerrades, wogegen das Gewicht des Propellerrades nur rund 41% des Francisrades beträgt. Das Laufrad ist das typische sechflügelige Kaplanrad mit feststehenden Flügeln von 4810 mm Durchmesser in derselben Form wie die spätere Abb. 13 eines Original-Kaplanrades, also recht wenig amerikanischer Eigenart und unsererseits längst überholt durch die regulierbare Ausführung, deren konstruktive Seite dort offenbar noch Schwierigkeiten macht. An das Laufrad schließt sich das bekannte Moodysaugrohr an, zur Rückgewinnung der mit 30%

[9]) Power, vol. 59 Nr. 12 vom 18. 3. 1924, S. 436 - 442, mit 12 Abb.
[10]) Z. d. V. d. I. 1923, H. 47/48, S. 1086; Power 1923, Mai 22.

Digitized by Google

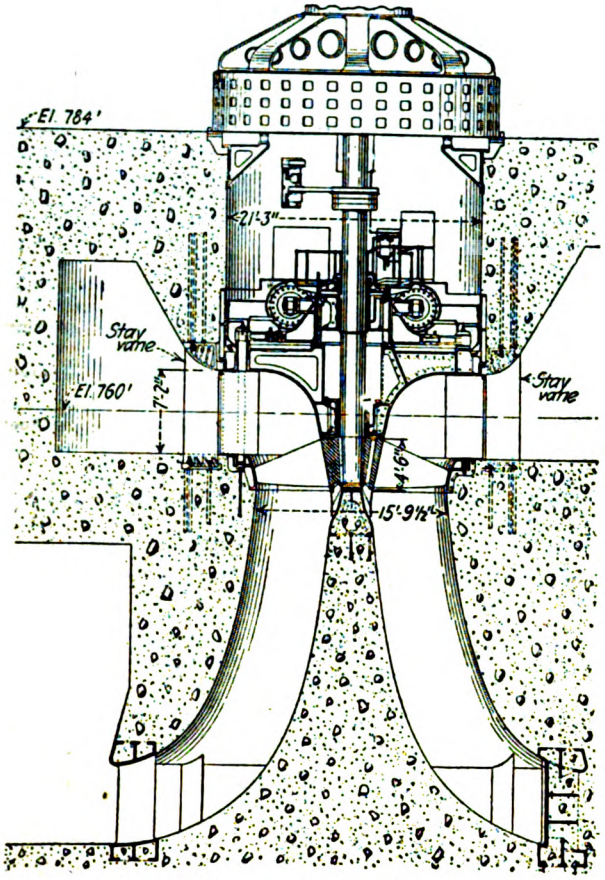


Abb. 12. Propeller der Manitoba-Power-Co.

angegebenen Austrittsenergie. Den Einlauf zum normalen Leitapparat von rund 2200 mm Eintrittsbreite bildet eine Betonspirale mit zwei Leitwänden entsprechend der Dreiteiligkeit der Einlaufschützen. Der Laufradaustritt liegt nur wenig über dem Unterwasserspiegel (zirka 0,90 m). Das Gesamtgewicht der umlaufenden Teile (einschl. Generator) wird durch ein Kingsbury-Spurlager für 430 t Belastung aufgenommen, das Führungslager der Turbine im Leitraddeckel ist ein wassergeschmiertes Pockholzlager. Der garantierte Wirkungsgrad wird mit 87% angegeben, über Versuchs-Ergebnisse der ausgeführten Turbine wird nichts erwähnt. In der Versuchsanstalt von Morris ergab ein Modellrad von 490 mm Durchm. einen Wirkungsgrad von 85% und ein gleiches Modellrad von 1070 mm Durchm. 88,5%, wobei nicht gesagt wird, wie die Wassermessung erfolgte. Kennzeichnend ist, daß die geringe Höhe des Laufrades über dem normalen Unterwasser ausdrücklich als Sicherung gegen unstabile hydraulische Verhältnisse im Saugrohr, also gegen Kavitationserscheinungen und unstabile Drehzahl, begründet wird. In dieser Hinsicht ist der kontinentale Turbinenbau ebenfalls erheblich weiter gegangen, ohne daß Schwierigkeiten sich ergeben hätten. Das Kingsbury-Spurlager, das erst die Ausführung solch großer Maschinensätze ermöglichte, ist — was Hervorhebung verdient, da die Lagerung solcher Gewichte anders unmöglich wäre — keine amerikanische, sondern eine schottische Erfindung und der Erfinder selbst schreibt, daß ihm hierzu deutsche Forscherarbeit die Grundlage geboten hat, nämlich „The improvements made by Sommerfeld in the mathematical treatment of Reynolds' Hydrodynamicaf Theory of Lubrication have laid open the path to its practical application". — Sommerfeld ist ein Münchener Gelehrter, Reynolds ist Engländer[11]).

[11]) Hierauf hat Prof. Dr. Thoma in der Diskussion zu Dr. Graf's Vortrag über „Europäische und amerikanische Wasserturbinen" hingewiesen.

Herr H. Burchard Taylor, Vizepräsident der Wm. Cramp & Sous Ship & Engine Building Co. und der Pelton Water Whed Co., der schon früher den europäischen Turbinenbau als absolut rückständig gegenüber dem amerikanischen kennzeichnen zu müssen geglaubt hatte, fühlt sich in „Power" vom 19. 2. 1924 nochmals berufen, diese Meinung kundzutun, und es genügt zum Beweis dafür, daß der Genannte entweder völlig in Unkenntnis über die Tatsachen ist oder wider besseres Wissen schreibt, folgende Auslese aus seinen Ausführungen: „Sowohl europäische als auch einige amerikanische Ingenieure sind sich darüber einig, daß die Propellertype für Gefälle über 30 Fuß (= rd. 9 m) nicht anwendbar ist." Eine Propellerausführung wie bei Great Falls für 17 m erscheint ihm ein bahnbrechender amerikanischer Erfolg. Absolut genommen weist Europa in der Kaplan-Storek-Turbine für Wiesenberg ebenfalls 17 m auf und von 9 m sind auch andere Propellerturbinen nicht allzuweit entfernt. Das Wesentliche und Schwierige ist aber nicht die absolute Gefällshöhe, sondern als der sich durch Luftabscheidung mit ihren Folgen störend bemerkbar machende Umstand, das Verhältnis der Saughöhe zum Gesamtgefälle, was Herrn Taylor entgangen zu sein scheint. Und hier zeigt es sich, daß der europäische Turbinenbau, gestützt auf systematische Versuche, viel weiter gegangen ist als der amerikanische. Während

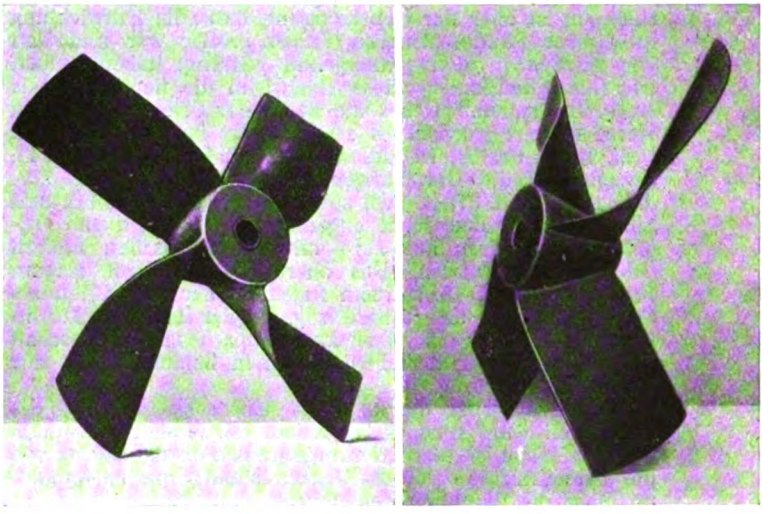


Abb. 13a Kaplanräder 1913/14

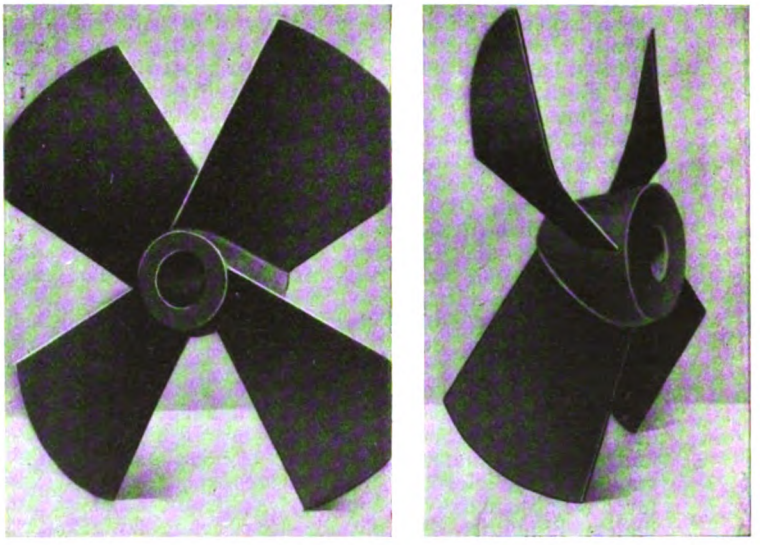


Abb. 13b. Naglerräder 1920

Digitized by Google

man dort bei Great Falls für die Saughöhe nur rd. 5% des Gefälles zulassen zu dürfen glaubte, gehen wir bis auf 50% bei Niedergefälle und 17% beim gleichen Gefälle wie bei Great Falls. Herr Taylor findet neben der Meinung, daß „europäische Ingenieure sich weigern, Propellerturbinen für andere als ganz geringe Gefälle anzuwenden", auch noch eine recht einfache Ausrede dafür, daß Amerika bis heute noch keinen Gebrauch von den — eben die Vollkommenheit unserer Propellerturbinen ausmachenden drehbaren Laufradschaufeln — zu machen fähig war, nämlich daß „die Laufräder mit regulierbaren Schaufeln auf noch niedrigere Gefälle beschränkt bleiben werden und vermutlich auf kleine Anlagen, außer in Ausnahmefällen". Die größte Turbine der Welt, welche die amerikanische sogen. größte Turbine noch um rd. 70% an Leistung übertrifft, rechnet Taylor also unter diese Ausnahmefälle! Die Erfahrungen bei uns haben jedenfalls gezeigt, daß die Ausführung mit drehbaren Schaufeln weder an der Größe noch am Gefälle ein Hindernis findet. „Die amerikanischen Ingenieure, die in den letzten Jahren Europa besuchten" und „betroffen ... von dem rückständigen Zustand in Europa" waren betr. die Fortschritte im Turbinenbau, dürften also nicht allzuviel zu Gesicht bekommen haben, was kein Unglück für uns ist. „Kaplan machte gewisse Fortschritte, diese Turbinenart weiter auszubauen", gesteht Herr Taylor wenigstens zu, ist aber der Ueberzeugung, daß „die Entwicklung in diesem Lande (Amerika) noch größer war und daß wir Europa in den Hintergrund gedrängt haben, indem wir (die Amerikaner) diese Bauart in die heutige Praxis eingeführt haben." Ueber die Frage der Priorität ist schon viel diskutiert worden, es sei hier nur kurz auf das von Prof. Kaplan selbst in dieser Zeitschrift 1921, Heft 5, S. 42, Gesagte, auf die Darlegungen von Dr. V. Graf in Z. d. V. d. I. 1923, Heft 37, S. 908, sowie 1924, Heft 5, S. 112 und schließlich auf den recht augenfälligen Vergleich von Original-Kaplanrädern aus 1913 mit amerikanischen Rädern (Abb. 13) hingewiesen. Das obere Rad hat Prof. Kaplan 1912 gebaut und 1913 einem Ingenieur der Allis Chalmers Co. vorgeführt; das untere sog. Nagler-Rad ist 1920 in Electrical World als neue amerikanische Errungenschaft vorgeführt. Der Unterschied zwischen beiden besteht nur in der Drehrichtung.

Der Herausgeber des „Power" gibt selbst zu, daß die (amerikanischen) Propellerturbinen mit festen Schaufeln heute hinsichtlich der Wirkungsgradkurve da stehen, wo die Francisturbine vor 20 Jahren stand; unsere Kaplanturbinen der kontinentalen Praxis sind dagegen, wie die hier und anderwärts gezeigten Wirkungsgradkurven beweisen, der modernsten Francisturbine weit überlegen. Er bemüht sich, gerecht zu sein in der Einschätzung des europäischen Turbinenbaues unter dem Hinweis, daß europäische (besonders Schweizer) Ingenieure in vieler Hinsicht bahnbrechend in und für Amerika gearbeitet haben, aber die Amerikaner als Meister in der Propaganda wissen ihn zum Rückzug zu bewegen. Es wird ihm entgegengehalten, daß schon lange keine europäische Turbine mehr nach Amerika gelangt sei, daß vielmehr Amerika allein mehr als die Hälfte an Leistung der Welterzeugung in Wasserturbinen gebaut habe. Dazu ist nun zunächst zu bedenken, daß eben kein Land über derart große Wassermengen, auf die einzelnen Gefällsstufen vereint, besitzt als Amerika und auch nirgends der Bedarf an Leistung, auf einzelne Gebiete konzentriert, so groß ist wie dort. Es ist also verständlich, daß Amerika den größten Anteil an gebauten PS aufzuweisen hat. Andererseits ist zu beachten, daß nicht die absolute Leistung in PS, sondern die auf ein Vergleichsmaß, also wie üblich auf im Gefälle bezogene Leistung der Turbine[12]), und auch nicht so sehr der (z. B. bei Propellern nur eng begrenzte) Höchstwirkungsgrad als vielmehr der beste Durchschnittswirkungsgrad oder die günstigste Wirkungsgradkurve der Maßstab für die konstruktive Leistung und Vollkommenheit ist. In diesem Sinne ist die folgende Erwiderung im „Power" vom 6. Mai bemerkenswert:

„Von Seiten europäischer Ingenieure und Fabrikanten ist für die Entwicklung des Turbinenbaues soviel geleistet worden, daß diese Behauptung für jeden unbegreiflich ist, der den Fortschritt verfolgt hat. Insbesonders wurde die Propellerturbine in den letzten Jahren entwickelt. Des Schreibers Firma hatte Ende letzten Jahres die Versuchsergebnisse von über 600 Propellern und von Einheiten bis zu 9500 PS in Bearbeitung. Andere Firmen in Deutschland und Schweden können gleiche Erfolge aufweisen. Die europäischen Ingenieure achten die amerikanische Unter-

Zahlentafel I.

Uebersicht über die bekannten großen Turbinen.

Lfd Nr.	N_l	D	H	n_s	$\frac{Hs^{1})}{H}$	Type	Erbauer	Anlage
1	675	5800	6,5	850	0,14	Kaplan regulierbar	Verkstaden	Lilla Edet
2	600	6000	6,5	805	0,14	Lawaczeck	Finshyt an	L lla Edet
3	398	5200	19,8	538	—	Propeller m/festen Flügeln	Dom. Eng. Works	La Gabell, Canada
4	595	4810	17,10	670	0,053	„ (Moody)	Dominion Eng. Works	GreatFalls, Canada
5	395	5200	9,15	365	—	Francis	—	Cedars Rapids, Canada
6	352	4600	7,65	508	—	Kaplan mit festen Flügeln	J.M. Voith	Kachlet
7	340	5050	10,5	425	—	Francis	Verkstaden	Volchoff (vgl. ds. Z. 1924, H. 1 S. 10)
8	303	5060	4,3	467	—	Francis	Ät. de Constr. Mec, Vevey	Mauzac
9	278	3960	3,96	675	0,55	Propeller m/festen Flügeln	Nagler	Troy, U. S. A.
10	243	4500	1,83	380	—	Francis	E. W. C.	Krotzenburg a. M.
11	213	—	5,2	683	—	Bropeller m/festen Flügeln	Ät; de Constr. Mec, Vevey	Wynau
12	164	2900	(3,5) bis 5,3	525	—	Lawaczek-turbine	F. Neumeyer A.-G.	Viereth
13	111	3000	6,50	538	0,60	Konus-turbine	Ät. de Charmilles Genf	Chèvres
14	75	1900	5,40	930	0,55	Kaplan regulierbar	J. M. Voith	Siebenbrunn
15	64,2	1800	2,26	810	Hs=0 [2])	Kaplan regulierbar	Storek	Podebrad 1921
16	57,5	1550	4,20	965	0,28	Kaplan regulierbar	Verkstaden	Gävle
17	45,3	1600	3,45	725	Hs=0 [2])	Schrauben-turbine	Bell & Cie.	Matte, Bern
18	4,28	600	17,0	500	0,16	Kaplan regulierbar	Storek	Wiesenberg 1923

[1]) Hs = Gefälle ab Laufrad-Austritt bis U W Sp.
[2]) Laufradaustritt auf U W Sp.

[12]) Vgl. diese Z. 1924, H. 6. S. 74.

Digitized by Google

nehmungslust, wie sie sich beim Bau der großen Turbinen für die Manitoba Power Co. gezeigt hat. Aber die Tatsache, daß eine oder zwei amerikanische Firmen größere oder stärkere Maschinen gebaut haben als sie in Europa üblich sind, rechtfertigt nicht Taylors Behauptung, daß Amerika Europa überflügelt hätte. Dank der größeren Hilfsquellen des Landes haben sich den amerikanischen Ingenieuren mehr Gelegenheiten geboten, während Europa unter den Kriegsfolgen und der dauernden Geldknappheit zu leiden hatte, die private Unternehmungslust über fünf Jahre in weitestem Umfang hinderten. Herr White behauptet, das wenigstens seit einem halben Jahrhundert praktisch die ganze Entwicklung der modernen Turbinen, sowie alle Höchstleistungen an PS, Abmessungen und Gefälle von Amerika ausgingen. Er hat wohl vergessen, daß noch vor 25 Jahren keine amerikanische Firma imstande war, die Niagara-Turbinen zu bauen, wofür die ersten beiden Aggregate aus der Schweiz bezogen und die folgenden nach Entwürfen derselben Firma von amerikanischen Fabriken gebaut wurden. Herr White hat wohl vergessen, daß seine eigene Gesellschaft auf Jahre Schweizer Ingenieure für ihren Turbinenbau anstellte und auch jetzt noch Schweizer Ingenieure in ihren amerikanischen und kanadischen Werken beschäftigt. Er vergißt wohl, daß noch in der amerikanischen Literatur von 1907/08 amerikanische Turbinenentwürfe als unwissenschaftlich einer strengen Kritik unterzogen wurden. Tatsache ist, daß der moderne amerikanische Turbinenbau auf der wissenschaftlichen Arbeit europäischer Fach-Ingenieure wie Pfarr, Camerer, Prasil, Allieri, Dubs u. a. sich aufbaut... Schon im Jahre 1913 wurden Einheiten von 40 000 und 80 000 PS von einer Schweizer Firma entworfen und vorgeschlagen. Andererseits ist eine große Zahl europäischer Turbinen von amerikanischen Ingenieuren gekauft und in Kanada, Mexiko und Südamerika installiert worden. Eine Schweizer Firma z. B. hat fast sämtliche Turbinen gebaut oder entworfen, welche Dr. F. R. Pearson, der Pionier der großen hydroelektrischen Unternehmungen, eingebaut hat. Es ist war, daß amerikanische Lieferanten auf den ausländischen Märkten jetzt mit etwas besserem Erfolg konkurrieren als vor zehn Jahren, wo sich kaum ein ausländischer Käufer für amerikanische Turbinen fand. Indessen scheinen solche Behauptungen, wie sie von White aufgestellt werden, daß seine Gesellschaft nach Japan während der letzten paar Jahre Turbinen von zusammen ½ Million PS lieferte, mit den Veröffentlichungen nicht zu stimmen, denn während der letzten zehn Jahre wurden von Whites Gesellschaft

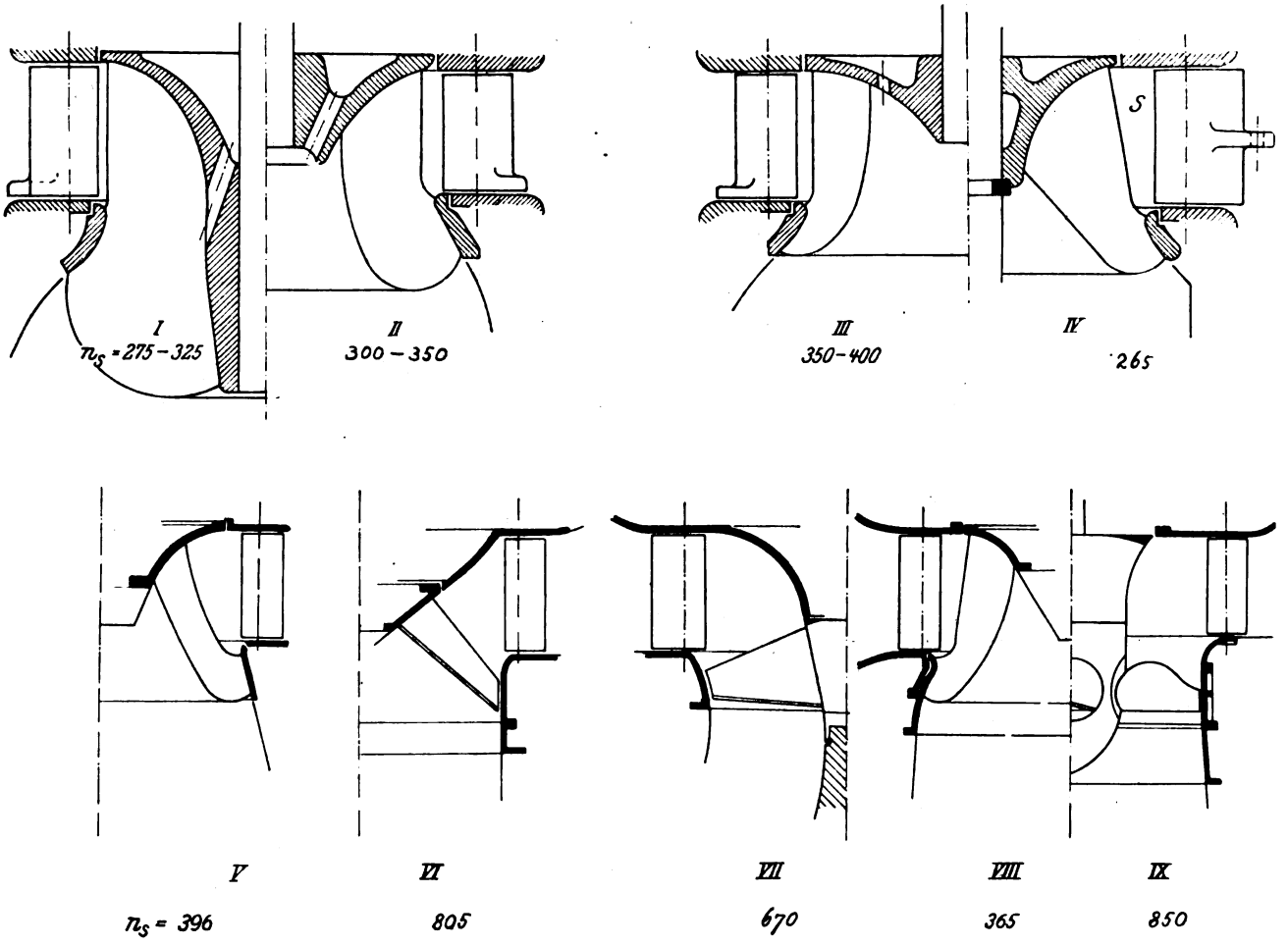


Abb. 14. Entwicklung der Schnelläufer (für gleiche Leistung gezeichnet).

Typ I	n_s = 275–325	Camerer (nach amerikanischen Rädern)	1900 – 1905
Typ II	„ 300–350	Honold um	1905
Typ III	„ 350–400	Camerer-Reindl	1909
Typ IV	„ 265	Verkstaden, Kristinehamn,	1910
Typ V (7)	„ 396	„ „	1920
Typ VI (2)	„ 805	Finshyttan (Lawaczeck)	1923
Typ VII (3)	n_s = 670	Dominion Eng. Works	1923
Typ VIII (5)	„ 365	Amerikanisch um	1921
Typ IX (1)	„ 850	Verkstaden, Kristinehamn	1923

(Die hinter den Typen eingeklammerten Ziffern entsprechen den lfd. Nr. der Zahlentafel I).

Digitized by Google

noch nicht die Hälfte dieser Leistung eingeführt, wenigstens ergeben die offiziellen von dieser Firma herausgegebenen Referenzlisten knapp ¼ Million PS auf Japan.

(gez.) Th. Seidl,

Oberingenieur von Escher, Wyß & Cie.,

Tokio—Zürich."

Dazu ist aus neuester Zeit nur noch als kontinentaler Rekord die größte Leistung einer Peltonturbine mit einer Düse von 26 000 PS der Anlage Venaus von Riva, Mailand, anzufügen, wogegen Amerika bisher noch nicht aufgekommen ist.

Es soll die amerikanische Technik auf diesem Gebiet nicht unterschätzt werden, wie ebenso die jüngsten Worte des Präsidenten der bayerischen Akademie der Wissenschaften v. Gruber: daß auch jene Bestrebungen, die eine rein deutsche Wissenschaft fordern und wissenschaftliche Erkenntnisse lediglich deshalb verwerfen, weil sie ausländischen Ursprunges sind, auch in der Technik Geltung haben, aber es darf nicht alles unwidersprochen hingenommen werden!

Eine anschauliche Gegenüberstellung der bisher bekannten größten oder sonst bemerkenswertesten Turbinen gibt die Zahlentafel I, geordnet nach deren Leistung unter 1 m Gefälle und beschränkt auf Francis- und Propellerturbinen. In derselben bedeutet Hs das Gefälle von Laufrad-Austritt bis normalem Unterwasserspiegel, so daß also für ein gerade tauchen des Laufrad Hs = ∞ wird.

Abbildung 14 zeigt die Entwicklung der Ueberdruckturbinen vom Beginn des Schnelläuferbaues mit einer heute als normal geltenden spezifischen Drehzahl bis zu den modernsten Typen. Alle Räder sind für gleiche Leistung maßstäblich gezeichnet, so daß nicht nur die Form, sondern auch die Größenverhältnisse zu vergleichen sind. Man erkennt klar den Einfluß der steigenden spezifischen Drehzahl auf die Abmessungen der Turbinen: die Propeller mit festen Laufradschaufeln (Typ VI und VII) sind am kleinsten, naturgemäß etwas kleiner als die — wenn auch noch rascher laufenden — Kaplanturbinen (Typ IX) von höherer Drehzahl, dagegen ist der Größenunterschied gegenüber den modernen Francis-Schnelläufern (Typ V und VIII) nicht mehr erheblich — die Ersparnis liegt hier auf Seite der bis zu doppelt so schnell laufenden und für den Achsenabstand der Aggregate, damit für die baulichen Kosten, maßgebenden Vertikal-Generatoren.

Was noch vor uns liegt, ist wohl nicht Erhöhung der Drehzahl und Verkleinerung der Maschinen, als vielmehr Durchdringung der Einzelheiten und damit Verbilligung. (W. 120.) Reindl.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Selbstregulierende Turbinen. In Heft 7/1924, S. 94, haben wir kurz auf eine Ausführung selbstregulierender Niedergefälleturbinen hingewiesen, deren Wichtigkeit für die billige Ausnutzung kleiner Wasserkräfte zur örtlichen Energieversorgung, welche nicht selten wirtschaftlicher wird als der Bezug aus Ueberlandnetzen unter hohen Baukostenzuschüssen oder Uebereignung der Leitungsanlagen an das Ueberlandwerk, in Frankreich richtig erkannt wird und unter Bezugnahme auf die nachstehend beschriebene Ausführung[1]) zu der Aeußerung führt: „Sie ermöglicht

[1]) La Houille Blanche, 22. Jahrg. Nr. 77—78, Mai/Juni 1923, S. 93 - 95.

Haben Sie elektrische

Überschußenergie?

Brauchen Sie

Dampf?

so verlangen Sie unsere Druckschriften über

Elektro-Dampf-Kessel

für Hoch- und Niederspannung; System Penzold, D.R.P.

Langjährige Betriebserfahrung. — Beste Referenzen.

Industrielle Elektro-Beheizungen
Elektrische Zugheizungen
Klein-Apparate

Bayr. Widerstand A.G.
München NW. 7.

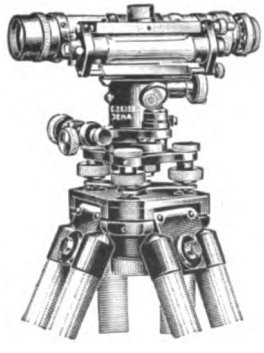
ZEISS

Nivellier-Instrumente

für

Vermessungen,
Bauarbeiten,
Absteckungen

usw.



Sehr leichte und trotzdem leistungsfähige Instrumente

Nivellierlatten
Winkelprismen

Druckschrift „Geo 63" kostenfrei von:

CARL ZEISS JENA

Digitized by Google

also die Schaffung kleiner Wasserkraft-Elektrizitätswerke, deren Vermehrung außerhalb des Versorgungsgebietes der großen Netze die vollständige Ausnützung der Wasserkräfte unseres heimischen Bodens gestattet."

Im Gegensatz zu der in Heft 10 vor. Jhrs., S. 121, gezeigten Ausführung als Beharrungsregler ist die von den Ateliers Crozet-Fourneyron gebaute selbstregulierende Francisturbine in Abb. 1 im Schnitt wiedergegeben. Das Laufrad r (vgl. auch Abb. 4) ist auf der in zwei Lagern b längsverschieblichen Welle fliegend aufgekeilt und läuft in einem Spiralgehäuse mit festen Leitschaufeln d. Das

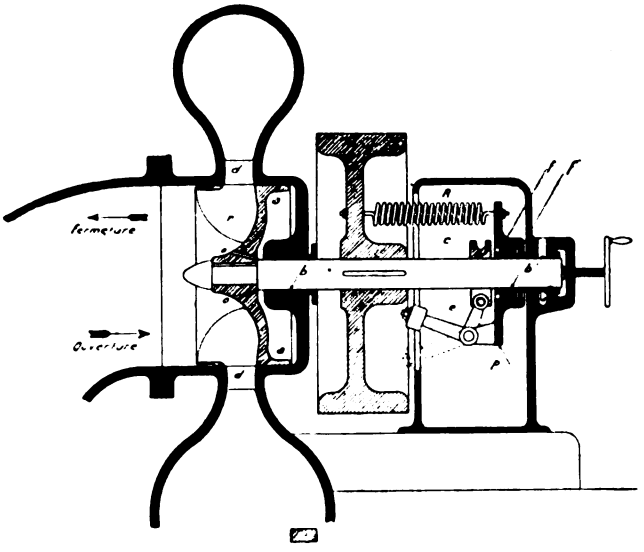


Abb. 1. Schnitt durch die selbstregulierende Turbine von Crozet-Fonrneyron.

Laufrad ist mit einem ringschieber-ähnlichen Ansatz a ausgeführt, so daß bei Verschiebung der Welle in der Schließrichtung die Wasseraufnahme des Laufrades verringert und zugleich der Austritt aus dem Leitrad gedrosselt, also die Anordnung auch für speicherfähige Wasserkräfte brauchbar wird. Auf einer Manschette des Außenlagers c dreht sich mit Kugeldrucklagern f und f' eine Scheibe p, an welche die Schwunghebel e des Pendels angelenkt sind. Diese verschieben über eine auf der Welle aufgekeilten Muffe die Welle beim Ausschwingen nach links zu so, daß das Laufrad gegen das Saugrohr zu wandert und der Ringschieber vor den Leitapparat geht, entgegen dem Zug der Federn R, welche einerseits an der mitrotierenden Scheibe p, andererseits am Schwungrad befestigt sind und die Welle nach rechts ziehen. Das Schwungrad verschiebt sich mit der Welle achsial. Um die Turbine auch von Hand schließen bzw. deren Oeffnung bei Selbstregulierung begrenzen zu können, z. B. entsprechend einer veränderlichen Zuflußmenge, kann die Welle auch durch Handrad und Spindel im Außenlager in der Schließrichtung verschoben und in jeder beliebigen Zwischenstellung ein Anschlag gegen weiteres Oeffnen geschaffen werden, indem die Spindel entsprechend weit hineingedreht wird. Druckausgleichöffnungen o im Laufradboden stellen eine Druckentlastung des Ringschieberraumes a her. Die Ueberlagerung der dem Laufrad samt Welle und rotierenden Teilen beim Regulieren erteilten achsialen Verschiebung über die Drehbewegung bewirkt, daß die zur Verschiebung nötige Kraft außerordentlich klein zu sein braucht und der Spalt zwischen Leitrad und Ringschieber sehr knapp gehalten werden kann. Eine Ausführung dieser Turbine zeigt Abb. 2 für das Elektrizitätswerk Méane an der Semène, gebaut 1922. Die Turbine arbeitet unter 11,5 m Gefälle und ist für 0,5 m³/sec. gebaut entsprechend einer Leistung von etwa 60 PS. Sie ist mit Drehzahlverstellvorrichtung ausgestattet, die achsiale Verschiebbarkeit des Laufrades beträgt (entsprechend der

SIEMENS-SCHUCKERT
Siemensstadt bei Berlin

Entwurf, Ausführung und Übernahme in Generalunternehmung des baulichen, mechanischen und elektrischen Teiles von
WASSERKRAFT-ANLAGEN

Grundwasserabsenkung, Torkretbau, Gußbeton, Tiefbauten jeder Art und Größe auf Grund langjähriger Erfahrungen

SIEMENS-BAUUNION
G. M. B. H. Kommanditgesellschaft
Berlin SW 11 Schönebergerstraße 3–4 Siemenshaus

Digitized by Google

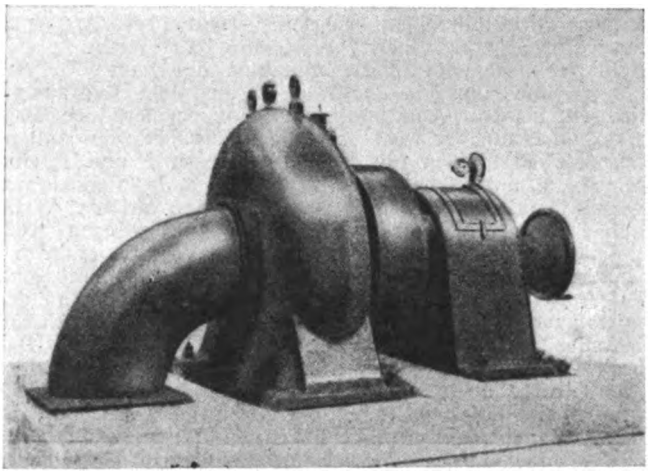


Abbildung 2. Ansicht der Turbine.

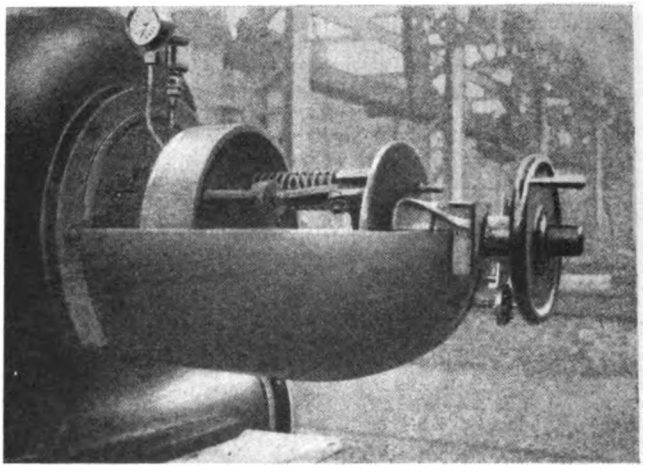
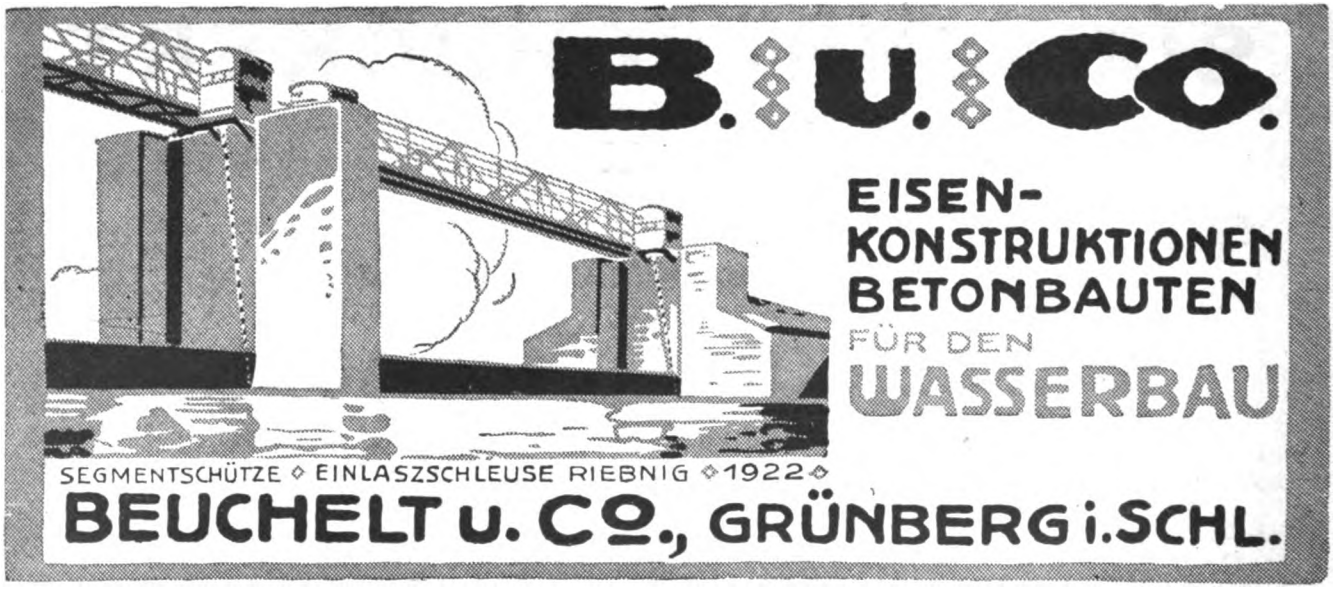


Abbildung 3. Regler.

Leitradaustrittsbreite) 80 mm. Die geringe Verstellkraft, welche zur Verschiebung des Laufrades benötigt wird, geht daraus hervor, daß die beiden Schwungmassen des Pendels nur je 3 kg wiegen; die Drehzahl der Turbine ist nicht angegeben, sie kann auf etwa 500—600 geschätzt werden. Die Turbine ist mit Tachometer, Manometer und Vacuummeter ausgestattet und durch einen Absperrschieber in der 500 mm weiten Druckleitung abzuschließen. Der Leitapparat kann nach Lösen der Bolzen, welche ihn mit dem Spiralgehäuse verbinden, achsial verschoben werden und gestattet so eine bequeme Reinigung der Schaufeln. Die Turbine treibt mit Riemen einen Drehstromgenerator an, dessen Riemenscheibe entsprechend verbreitert ist, so daß der Riemen auf ihr der Verschiebung des Turbinenschwungrades folgen kann. Nach Versuchen wird der bleibende Ungleichförmigkeitsgrad zu 4% zwischen Vollast und Leerlauf und die größte Drehzahlschwankung bei voller Entlastung zu 7,5% angegeben bei einer Schlußzeit von 3 Sekunden. Diese Ergebnisse wären im Hinblick auf die Einfachheit der Einrichtung sehr günstig zu nennen. Die Abb. 2 entspricht dem Schnittbild Abb. 1, rechts außen steht das kastenförmige Außenlager, das in seinem durch eine Klappe zugänglichen Inneren das Pendel enthält, am Kopfende ist das Handrad zur Oeffnungsbegrenzung ersichtlich. Die erste ausgeführte Spiralturbine dieses Systems für 3,40 m Gefälle und 100 l/sec. (entspr. etwa 3,5 PS) stellt Abb. 3 dar. Der Regler ist hierbei unter Vermeidung eines Stehlagers in ein das Außenlager tragende Schild eingebaut, welches vorne die Oeffnungsbegrenzung trägt. Die Drehzahl dieser Turbine beträgt 430, der Ungleichförmigkeitsgrad 4,5%. Das Laufrad mit dem angegossenen Ringschieber zeigt Abb. 4, die Unterteilung des Laufrades durch einen Zwischenboden nach Art der alten amerikanischen Laufräder für Cylinderschützen-Regelung erscheint



ADRESSEN
aller Branchen aus Deutschland u. Ausland

Adressen-Verlag
„Bavaria"
München
Fürstenfelderstraße 13
Telefon 23184

Größter Adressen-Verlag Süddeutschlands * Eigene Buch- und Reklame-Druckerei

Digitized by Google

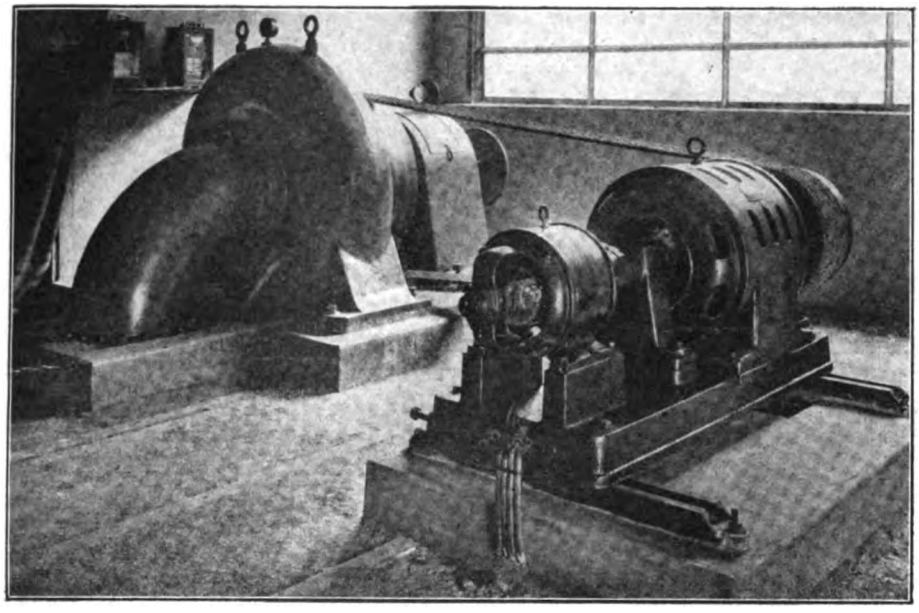


Abb. 5. Selbstregulierende Turbine mit Generator.

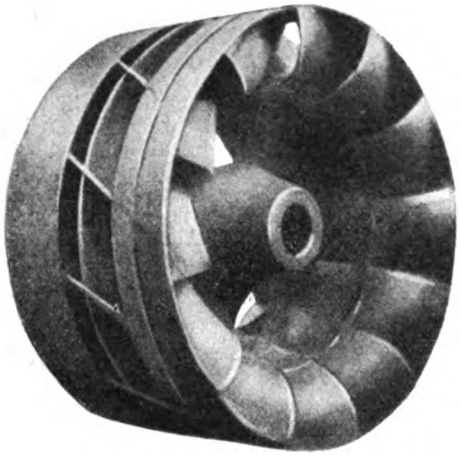


Abb. 4. Laufrad mit Ringschieber

aber unnötig, da der Wirkungsgrad bei Teilbelastung in solchen Anlagen zumeist von unerheblicher Bedeutung ist. Diese Turbine soll seit fast zwei Jahren im Dauerbetrieb und unter von Leerlauf bis Vollast veränderlicher Belastung zur Beleuchtung und Beheizung eines Einzelhauses im einwandfreien Betrieb stehen.

Dieses System, das nach manchen Richtungen hin noch verbesserungsfähig ist, verdient volle Beachtung und würde überall da, wo auch bei Kleinanlagen konstante Drehzahl (also überall bei Drehstromanlagen) oder Speicherfähigkeit nötig ist, evtl. im Zusammenhang mit den bekannten Selbst- und Fernanlaßvorrichtungen wesentlich zur Elektrizitätsversorgung abgelegener Gegenden und einzelner Stromverbraucher, die unabhängig sein wollen, beitragen. Die beschriebene Ausführung dürfte besonders nach der einen Richtung hin noch ausbaufähig sein, daß die Welle bzw. das die Riemenscheibe oder (wohl meist) Kupplung tragende Wellenstück an der Längsverschiebung nicht mit teilnimmt. Die direkt regulierte wohlfeile Francis- und ebenso auch Freistrahlturbine ist des Interesses der Konstrukteure wohl wert. (W. 92.) Rdl.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftmaschinen. Die Michell-Oßberger-Turbine. Von Oßberger. Der Süddeutsche Müller 1924, H. 27, S. 287—288 m. 3 Abb. (Kurze Beschreibung dieser auch als Bankiturbine bekannten Turbinenart mit doppelter Durchströmung).

— Der Wirkungsgrad neuerer Francisturbinen bei Teilbeaufschlagung. Von Dipl.-Ing.

ZEICHENTISCHE
LICHTPAUSAPPARATE

ADRIAN · BRUGGER
MÜNCHEN · THEATINERSTR. 14.3
FACHGESCHÄFT · FÜR · TECHN · BÜROBEDARF
70/191

INGENIEUR
mit vorzüglichen Zeugnissen und mit praktischen Erfahrungen in Vorarbeiten und Entwurf von Wasserkraftanlagen sowie im Meliorationswesen sucht Stellung.
Zuschriften an Ingen. Josef Frank, Eger in Böhmen, Ringstrasse 33.

Bei allen Anfragen bitten wir höfl. :: Bezug nehmen zu wollen auf
„Die Wasserkraft"

Digitized by Google

A. Thoma. Der Süddeutsche Müller 1924, H. 27, S. 296—297, m. 1 Abb. (Vergleich der alten und neuen Francisturbinentypen, Verbesserung der Teilwirkungsgrade der neuen Typen).

— Die Schnellläuferturbinen mit konisch'em L'eitapparat des Werkes v'o'n Ché'v're's (Genf). Le Génie Civil Nr. 13 vom 29. 3. 1924, S. 307 bis 309 m. 3 Abb. (Beschreibung der 1910—1922 als Ersatz für alte Doppelzwillingsturbinen eingebauten Einradturbinen mit stehender Welle im offenen Schacht von 3,00 m Laufraddurchmesser und ns=540. Durch Versuche wurde die Erhöhung des Wirkungsgrades beim Uebergang von zylindrischen zum konischen Leitapparat nachgewiesen).

Es war leider infolge Raummangels nicht möglich, die sämtlichen für dieses Heft eingegangenen Beiträge über Fortschritte im Turbinenbau in der vorliegenden Nummer unterzubringen. Wir werden diese Beiträge in den anschliessenden Heften folgen lassen. Die Schriftleitung.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Nummer liegt ein Prospekt der Firma KÖLSCH-FÖLZER-WERKE, A.G. SIEGEN bei, auf den wir unsere Leser besonders aufmerksam machen.

Wasserschieber
Pumpwerke
für Städte u. Gemeinden
*
A. L. G. Dehne
Armaturen

Ueberflurhydranten
Feuerhähne
*
Halle-Saale
Maschinen-Fabrik

JULIUS DECHER
Tiefbau-Unternehmung
Gostenhofer Hauptstr. 53 **NÜRNBERG** Telephonruf 11019
Ausführung von
WASSERKRAFT-ANLAGEN
Wehre, Brücken, Kanäle, Hoch- u. Industriebauten, Beton u. Eisenbetonbauten
Ingenieurbesuch unverbindlich und kostenlos

Entwürfe von Wasserkraftanlagen
nach dem neuesten Stande der Erfahrung und Wissenschaft, Vorerhebungen über Wirtschaftlichkeit, unabhängige Beratung in allen Wasserkraft-Angelegenheiten:
Behördl. bef. und beeid. ter Zivil-Ingen.
Hermann Sonnberger, Klagenfurt
(Österreich) Bahnhofstr. 51/III

Gut erhaltener Wasserröhrenkessel
System Petry-Dereux (Düren Rhld.), Heizfläche 41,7 qm, höchste Dampfspannung 6 Atm. zu verkaufen.
Angebote erbeten an den
Bochumer Verein für Bergbau u. Gußstahlfabrikation in Bochum Maschinenbetrieb.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 15 **München, 1. August 1924** **19. Jahrgang**

Die I. Welt-Kraft-Konferenz zu London.*)

(Fortsetzung unseres Spezialberichtes aus Heft 14, S. 240.)

(Wir hoffen, in der Lage zu sein, auch noch über die hauptsächlichsten, der Konferenz gedruckt vorgelegenen Referate, insbesonders der deutschen Delegierten aus unserem Fache, berichten zu können.

Die Schriftleitung.)

Die nächsten drei Sitzungen waren den Wasserkräften im engeren Sinne gewidmet — zuerst wurden die allgemeinen Bedingungen der Wasserkraftnützung erörtert, wobei die Ausführungen so allgemein gehalten waren und zum großen Teil das wiederholten, worüber schon oben berichtet wurde, daß hier über diese Sitzung nichts zu berichten ist. Eine große Zahl wertvoller gedruckter Beiträge liegt zu dieser Frage vor, aber die Verfasser waren teils auf den Sitzungen nicht anwesend, teils zogen sie es vor, sich nicht zu äußern, dies bezieht sich leider vornehmlich wieder auf die Deutschen und auch Oesterreicher.

Ich bemerke hierzu noch, daß nach einer anderen Sitzung (Elektrochemie) der Vorsitzende, Direktor des Elektrizitätswerks in Christiania, mir gegenüber ausdrücklich sein Bedauern darüber aussprach, daß die Deutschen, die doch so viel und so hervorragendes auf diesem Gebiet geleistet hätten, zur Konferenz keine Beiträge zu dieser Frage geliefert hätten, anwesende Engländer schlossen sich diesem Bedauern an.

Von den beiden Sitzungen des folgenden Tages, die den bau- und maschinentechnischen Fortschritten bei Wasserkraftanlagen und den Betriebsbedingungen gewidmet waren, war besonders die zweite, dank der anregenden Leitung des Schweizer Vorsitzenden Dr. Tissot, interessanter und lebhafter als die bisherigen Verhandlungen, da der Vorsitzende sich nicht darauf beschränkte, Referate über Drucksachen gelten zu lassen, sondern selbst die Diskussion anregte und einige der anwesenden Herren namentlich ersuchte, sich zu bestimmten Fragen zu äußern.

Die amerikanischen Maschineningenieure führten aus, daß in ihrem Lande die Bemühungen dahin gingen, den Wirkungsgrad immer weiter zu verbessern und daß sie ihre neuen großen Turbinen mit einem praktischen Wirkungsgrad von 93% gebaut hätten. Diese Behauptung veranlaßte einen späteren englischen Redner zu der Bemerkung, man möge Acht geben nicht über 100% Wirkungsgrad zu kommen; auch sonst stieß diese Behauptung auf eine leicht skeptische Aufnahme.

Wenn man den Worten der Amerikaner lauschte, so mußte man meinen, daß brauchbare Turbinen nur in den Vereinigten Staaten gebaut werden[13]) — wobei ja ohne weiteres zugegeben ist, daß hier tatsächlich außerordentlich viel und grundlegendes geleistet wurde — es seien nur die Namen von Pelton und Francis genannt.

Italien gibt eine Uebersicht seiner Turbinenindustrie. Seit 1885 haben acht Fabriken Turbinen gebaut — und zwar bis zum Ende des Jahres 1923 für eine Gesamtleistung von 2,5 Mill. kW — meist für Hochdruckanlagen. Einige größere Arbeiten sind davon für das Ausland ausgeführt worden, so für die Niagarafallwerke.

Schweden baut erst seit etwa 1905 Turbinen, ist aber jetzt schon ein Exportland dafür geworden (Spanien, Rußland). Ein Aufsatz von Professor Hjalmar Dohl, Stockholm, beschreibt neuere Turbinenversuche in Schweden und betont die Mitarbeit deutscher Gelehrter wie Kaplan und Lawaczeck.[14])

Ueber diese Aufsätze soll später referiert werden, in den mündlichen Vorträgen wurde nichts neues mitgeteilt

Ueberall wird der Gestaltung der Saugrohre der Reaktionsturbinen große Aufmerksamkeit gewidmet. — Professor Thoma-München berichtete über seine interessanten Versuche über die Abhängigkeit des Wirkungsgrades einer Turbine von der Saughöhe, wobei für jede Turbine eine bestimmte Höhe den besten Wirkungsgrad ergibt; die Kurve des Wirkungsgrades bezogen auf die Saughöhe steigt ziemlich langsam bis zu einem Maximum an, um dann schnell zu fallen.

Professor Lawaczeck sprach über seine Turbinen, leider nur sehr kurz und wohl auch mißverständlich, da er einen zu großen Teil der ihm zur Verfügung stehenden Zeit auf die wirtschaftliche Einleitung verwandte — er führte aus, daß die Maschinenkosten, vor allem die der Generatoren, normaler Weise bei Niederdruckanlagen so hohe seien, daß es wirtschaftlicher sein würde, billigere Anlagen mit geringerem Wirkungsgrade zu bauen, wie seinen „Gefällsumwandler". In seinem Aufsatz bemerkte Pr. Lawaczeck, daß diese Turbinenanordnung hauptsächlich für Hochwasserausnützung, also für nicht ständige Arbeit, zu verwenden ist. Da er dieses aber in seiner Rede nicht näher ausführte, so erregte die (allgemein verstandene) Behauptung der relativen Unwichtigkeit des Wirkungsgrades lebhaften Widerspruch von allen Seiten, Amerikanern, Franzosen und Prof. Thoma. — Ueber die eigentliche Lawaczeckturbine sagte der Erfinder garnichts, was umsomehr zu bedauern ist, als gerade die englisch sprechenden Völker über außerhalb ihres Sprachgebiets liegende technische Erfindungen und Forschungen in der Regel sehr schlecht unterrichtet sind.

Zu den bautechnischen Fragen sprach sehr interessant Ing. Gruner-Schweiz, und zwar frei, nicht als Wiedergabe einer Drucksache.

Zur Frage der Druckstollen führte er aus, daß bei sorgfältiger geologischer Voruntersuchung und entsprechenden Maßnahmen die Stollen sich absolut sicher und einwandfrei ausführen ließen. Er teilte mit, daß die neueren Schweizer Stollen (Wäggital, Amsteg) eine Betonauskleidung von 20—40 cm Stärke erhielten, und falls erforderlich noch eine 6—8 cm dicke Eisenbetonschale, wobei hier der Beton mittels der Zementkanone aufgebracht würde, was sich sehr gut bewährt habe, ebenso würde hinter die Verkleidung reichlich Beton eingespritzt, so daß die Aus-

*) Der Bericht über die 1. Weltkraftkonferenz aus unserem vorigen und dem vorliegenden Heft erscheint als Sonderadruck in unserem Verlag.

[13]) Die ersten großen Francisturbinen in Amerika sind für die Niagarafälle von Voith-Heidenheim gebaut.

[14]) In skandinavischen Aufsätzen finden sich überhaupt viele Hinweise auf deutsche Technische und wissenschaftliche Arbeiten.

Digitized by Google

kleidung gut mit dem Gebirge verbunden ist; der Stollenquerschnitt ist kreisförmig.

Zur Ableitung der Hochwässer teilte er mit, er habe mit automatischen Schützen keine guten Erfahrungen gemacht, wohl aber mit Saugüberfällen, die er bis zu Leistungen von 400 cbm/sec. ausgeführt habe.

Ing. Gruner führte weiter aus, daß in großen Höhen mit stark wechselnden Temperaturen (intensive Sonnenbestrahlung) die Betonbauten durch Steinverkleidung geschützt werden müssen.

Für Stollen usw. gab er als zulässige Geschwindigkeit 3—4 m/sec. bei sandfreiem Wasser an.

Ueber die Konstruktion von Staumauern wurde nur ganz kurz gesprochen, wobei den Gewölbemauern wegen der größeren Uebersichtlichkeit und Klarheit der Verhältnisse (kleine Massen) allgemein der Vorzug gegeben wurde. Ing. Grüner berichtete über Temperaturmessungen in Staumauern, über die schon in deutscher Sprache Veröffentlichungen erschienen sind. In Amerika werden die Gewölbe mit gleichbleibendem Zentriwinkel ausgeführt (bis zu einer Höhe von 280 Fuß).

Schweden und Italien haben Uebersichten über neuere Staumauern gegeben, von denen die meisten als einfache oder mehrfache Gewölbemauern ausgeführt sind. In Amerika werden auch vielfach Erddämme angewandt — ebenso geschichtete Steindämme, letztere auch in Indien.

Eingehend (1 Stunde) wurde die Frage der Geschiebeführung u. dgl. besprochen, und verschiedene Arten von Absatzbecken beschrieben.

Ingenieur Grüner berichtete über seine Erfahrungen an Nieder- und Hochdruckwerken. Bei ersteren sei, wenn sie richtig angelegt seien, Geschiebe kaum zu befürchten, so seien bei der neuen Anlage in Chancy keine besonderen Vorrichtungen zur Ableitung von Geschiebe getroffen. Wichtig ist die Lage des Werks zum Fluß. So muß das Werk in Cherre jedes Jahr auf einige Zeit seinen Betrieb einstellen, um die Reinigung des Einlaufs von angesammeltem Geschiebe vorzunehmen. — Hier liegt der Einlauf am convexen Ufer einer Strombiegung.

Wichtig ist bei Niederdruckwerken die Reinigung der Rechen, nachdem sie zuerst von Hand gereinigt wurden, sind Maschinen konstruiert worden, deren Zähne zwischen die Stäbe der Rechen greifen. Da auch dies nicht immer ausreichte, so hat Ing. Gruner in den letzten Jahren die Rechen so angelegt, daß das Wasser rückwärts durch sie getrieben wird und sie dadurch reinigt. Die Ergebnisse dieser Methode sind durchaus befriedigend.

Bei Hochdruckwerken muß die größte Aufmerksamkeit der Entfernung der Geschiebe gewidmet werden, während schwimmende Verunreinigungen (Laub u. dgl.) wenig vorkommen, so daß u. U. keine Rechen erforderlich sind.

Um die Sinkstoffe festzuhalten, werden ein oder mehrere spülbare Absitzbecken in die Leitung eingeschaltet, in denen die Geschwindigkeit stark reduziert wird (bis zu 0,3 m/sec.). Ing. Grüner betonte die Wichtigkeit der gleichmäßigen Geschwindigkeit im ganzen Absitzbecken, was er durch ein System von eisernen und hölzernen Rechen mit großen Oeffnungen zwischen den Stäben erreicht.

In nordischen Ländern verursacht die Eisbildung gewisse Schwierigkeiten, die aber nicht überschätzt zu werden brauchen. Gegen den „Eisstoß" kann man sich leicht durch geeignete (geneigte) Ausbildung der Dammkrone schützen, die ein Hinaufrutschen des Eises ermöglicht, auch durch Freihalten eines Streifens Wasser am Damm und nötigenfalls durch eine Decke aus Faschinen oder ein anderes elastisches Material.

Mehr Schwierigkeiten bereitet die Bildung von Schlamm- und Grundeis (frazil & ground ice), das die Rechen und manchmal auch die Turbinen selbst verstopfen kann.

Meist genügt es, das Wasser vor Unterkühlung zu schützen, d. h. es durch ein genügend tiefes Becken zu leiten, das nach Möglichkeit durch eine Eisdecke gegen Temperaturänderungen geschützt ist. An manchen Orten wird daher die Bildung einer Eisdecke durch künstliche Mittel beschleunigt.

Wo das nicht genügt, muß der Rechen geheizt werden — und zwar entweder durch Dampf, was aber ziemlich teuer ist und auch andere Nachteile hat (die als Rohre ausgebildeten Rechenstäbe haben einen ziemlich großen Querschnitt), oder aber durch elektrische Heizung, womit sehr gute Erfolge erzielt worden sind; die mechanische Reinigung der Rechen von sich ansetzendem Eis hat meist versagt, da eine einmal begonnene Eisbildung außerordentlich schnell vor sich geht. — In Kanada sind mit gutem Erfolge die Turbinen selbst mittels Dampf geheizt worden — in der Regel aber ist eine Erwärmung der Turbinen nicht erforderlich; die etwa eindringenden Mengen von fein verteiltem Nadeleis werden von der Turbine anstandslos verarbeitet.

Mr. Murphy-Canada demonstrierte einen Film, der Laboratoriumsversuche über Bildung von Nadeleis in sehr eleganter Weise darstellt. Die Temperaturunterschiede, die für die Bildung von Nadeleis von Bedeutung sind, betragen wenige Hunderttstel Centigrad — die kritische Temperatur liegt zwischen + 0,01 bis + 0,06°.

Einen andern interessanten Film führte der italienische Ingenieur Prinz Conti vor — er zeigte die von ihm geschaffene Ausnützung zu Kraftzwecken (über 12 000 kW) der natürlichen Dampfquellen (soffioni) in den Maremmen bei Larderello.

Diese Quellen werden schon seit langer Zeit zu Wärmezwecken ausgenützt — erst Prinz Conti ist es gelungen, nach jahrzehntelangen, in immer größerem Maßstabe vorgenommenen Versuchen zu praktisch brauchbaren Resultaten zu gelangen. Die Dampfquellen werden in größerer Tiefe erbohrt, wobei besondere Sicherheitsvorkehrungen zum Schutze der Arbeiter gegen plötzlich austretenden Dampf getroffen werden müssen. Der so eingefangene überhitzte Dampf, dem noch einige andere Gase beigemengt sind, wird in besonderen Turbinen zur Energieerzeugung verwandt (3 Einheiten zu je 4000 kW).

Eine der für die Frage der Wirtschaftlichkeit bedeutungsvollsten Verwendungsarten der durch Wasserkraftanlagen gewonnenen Energie bietet die elektrometallurgische und elektrochemische Industrie, weil hierbei auch unständige Kräfte bis zu einem gewissen Grade wirtschaftlich verwertet werden können. Der Verhandlung über diese Fragen waren zwei Sitzungen gewidmet, die aber sehr schlecht besucht waren, etwa 8—10 Menschen, und entsprechend wenig boten, umsomehr, als die Verfasser der dem Kongreß vorgelegten Drucksachen zum großen Teil nicht anwesend waren.

Die elektrometallurgische und elektrochemische Industrie hat vor allem in Deutschland (leider kein Beitrag zu dieser Frage), in den Vereinigten Staaten, Skandinavien u. a. eine große Verbreitung gefunden, besonders in den letzten Jahren.

Diese Industrieen verbrauchen in der Regel sehr große Kraftmengen, vor allem in ihren Hauptzweigen wie Stickstofferzeugung, Calzium-Carbid und Aluminium, aber manche andere Produkte lassen sich auch in kleineren Anlagen (um 1000 kW) wirtschaftlich herstellen, so die hochwertigen Elektrostahle, die künstlichen Schmirgel u. a. Ebenso verbrauchen die gold- und silberelektrolytischen Prozesse keine großen Strommengen.

Der Hauptvorzug der elektrolytisch oder im elektrischen Ofen hergestellten Eisen- und Stahlsorten, die teurer sind als auf gewöhnlichem Wege gewonnenes Eisen, ist ihre große chemische Reinheit (bzw. Gleichmäßigkeit), da keine das Eisen verunreinigenden Agenzien hierbei verwandt werden. Das chemisch reine Eisen besitzt eine ausgezeichnete Leitfähigkeit und ist daher für manche elektrotechnische Zwecke besonders geeignet.

E. P. Mathewson gibt eine Uebersicht der in den Ver. Staaten für elektrometallurgische Zwecke installierten Leistungen:

Digitized by Google

Stahl	450 000 PS
Eisenlegierungen	150 000 PS
Aluminium	350 000 PS
Kupfer	75 000 PS
Messing	82 000 PS
Blei	1 200 PS
Zink	34 000 PS
Gold und Silber	1 300 PS

Die elektrochemische Industrie in den Ver. Staaten verbraucht rund 40 000 kW pro Jahr.

Mr. Boex (England) machte Vorschläge zur Ausnützung kleinerer Wasserkräfte für elektrometallurgische und elektrochemische Zwecke (s. o.); er hat einen kurzen Aufsatz über diese Frage vorgelegt, dem eine sehr interessante Tabelle beigefügt ist, die hier im Auszuge mitgeteilt werden soll:

Produkt	Rohmaterial	t	kwh/t	Kraftkosten Anteil am Verkaufspreis[15]) %	Bemerkung
Aluminium	Tonerde	2,2	28 500	14,8	
	Cryolit	0,1			
	Elektroden	0,8			
Calcium	Calcium Chlorid	5,0	42 000	17,1	
Metal. Soda	geschmolz.				Gleichstrom
Kaustische Soda	Kaust. Soda	3	13 000	7,1	
Chlor	SodininChlorid	4	4 700	7,45	
Zink (elektrolyt)	30 % Zinkerze	—	4 000	6,9	
Eisen(„)	Roheisen	1,5	1 620	11,5	stat. Kath.
„ „	„	1,5	7 310	16,6	rot. Kath.
Magnesium	Carnallit	10	27 000	3,85	
Künstl. Schmirgel	Bauxit	2,0	3 500	10,0	
	Koks	0,18			
	Schrott	0,20			
	Elektroden	0,035			
Calcium-Carbid	Koks oder Anthrazit	0,7	4 000	14,75	
	Kalkstein	1,75			
	Elektroden	0,03			
Calcium-Cyanamid	Calc. Carb.	0,85	300	1,00	
	Stickstoff				
Silizium-Carbid	Quarz	1,9	8 500	10,00	künstl.
	Koks	1,2			Schmirg.,
	Salz	0,06			feuerbest.
	Sägespäne	0,37			
Graphit (grob)	Antrazith-Koks	2,0	7 800	37,0	
„ (Elektroden)	„ „	2,0	16 000	12,2	
Silizium	Quarz	2,85	24 000	17,1	
	Koks	0,90			
Ferro-Mangan	Manganerz	1,6	3 500	11,7	
(75%)	Kalkstein	0,14			Drehstrom
	Koks	0,9			
	Elektroden	0,08			
Ferro-Silizium	Quarz	1,8	16 000	48,8	
(75%)	Koks	0,8			
	Schrott	0,5			
	Elektroden	0,02			
Ferro-Chrom	Chromerz	2,25	9 500	24,2	
(6%	Anthrazit	0,88			
	Elektroden	0,18			
Ferro-Molybdän	Molybdänit	2,3	8 400	0,67	
(75%)	Koks	0,3			
	Schrott	0,25			
	Elektroden	0,05			
Silizium-Mangan	Manganerz	1,4	5 800	13,5	
25 % Si 50 % Mn	Quarz	0,4			
	Koks	1,6			
	Elektroden	0,05			
Elektro-Roheisen	Eisenerz	1,72	2 500	20,4	
	Kalkstein	0,06			
	Holzkohle	0,37			
	Elektroden	0,008			
Elektro-Stahl	Schrott etc.	1,10	1000	5,7	
	Ferro-Mangan	0,002			
	Kalkstein	0,1			
	Elektroden	0,008			
Ferro-Wolfram	Wolframit	2,25	8600	4,3	
(75%)	Schrott	0,50			

Gleichzeitig mit den Sitzungen, über die hier kurz berichtet worden ist, fanden noch andere Sitzungen statt, auf denen über die Fragen der Wärmekrafterzeugung, Kraftübertragung usw. verhandelt wurde.

Während der Konferenz fand eine öffentliche Sitzung des Royal Institutes of Mechanical Engineers statt, wo der Entwurf zu englischen Normalbedingungen zur Prüfung von Wasserkraftanlagen vorgelegt wurde. Dieser Entwurf entspricht im Ganzen den Bedingungen der Internationalen Elektrotechnischen Vereinigung.

Die Konferenz faßte in ihrer letzten Sitzung eine Reihe von Beschlüsse, die vom Internationalen Exekutivkomité vorgeschlagen wurden.

Das Exekutivkomité setzt sich aus folgenden Personen zusammen:

Vorsitzender: Mr. D. N. Dunlop;
Australische Bundesstaaten: Mr. Russell Sinclair;
Oesterreich: Herr Ing. Rudolf Reich;
Belgien: M. Em. Uytborck;
Canada: Mr. J. B. Challies;
Tschechoslowakei: Dr. F. Kneidl;
Dänemark: Mr. T. Thomsen;
Frankreich: M. Arbelot;
Deutschland: Prof. Dr. C. Matschoß;
Großbritannien: Mr. B. Longbottom;
Holland: M. J. G. Bellaar Spruijt;
Indien: Mr. J. W. Meares;
Italien: Gr. Uff. Ing. Guido Semenza;
Japan: Prof. T. Yamamoto;
Neuseeland: Mr. E. Parry;
Norwegen: Herr J. Emjellem;
Rußland: Prof. A. Gorev;
Spanien: D. Pedro M. Gonzalez Quijano.
Schweden: Herr F. V. Hansen;
Schweiz: Herr H. F. Zangger;
Südafrika: Dr. H. J. Van der Bijl;
Vereinigte Staaten von Amerika: Mr. O. C. Merrill;
Jugoslavien: Ing. S. Jelic.

Die

Beschlüsse

lauten:

Memorandum:

Bewegt durch den gemeinsamen Wunsch, die Erhaltung und Entwicklung der Kraftquellen der Welt zu sichern, das Studium der Kraftprobleme zu fördern und überhaupt die durch die I. Weltkraft-Konferenz London 1924 begonnene Arbeit fortzuführen, haben die Vorstehenden für sich und die Exekutiv-Komités der verschiedenen Länder dieses Schriftstück unterzeichnet:

1. Es ist wünschenswert, daß das Werk der I. Welt-Kraft-Konferenz fortgeführt wird und daß die Frage der Schaffung einer bleibenden Institution zu einem späteren Zeitpunkt erwogen wird, unter einem Namen, der seiner Tätigkeit am besten entspricht: zu diesem Zweck

2. wird jedes der an der Konferenz teilnehmenden Länder aufgefordert, einen ständigen National-Ausschuß zu bilden oder zu erhalten, der soweit möglich seine Interessen in allen Kraftfragen vertritt.

3. Die Vertreter des Internationalen Exekutivkomités der I. Welt-Kraft-Konferenz werden vorerst die erforderliche Arbeit, wie in diesem Memorandum dargestellt, fortführen.

4. Jedes Nationalkomité soll einen Delegierten in das Internationale Komité ernennen und zwar binnen sechs Monaten.

5. In Ländern, wo ein Nationalkomité nicht sofort gebildet werden kann, soll ein Korrespondent ernannt werden, zur Fühlungnahme mit dem internationalen Komité bis zu der Zeit, wo das Nationalkomité gebildet werden kann.

6. Das internationale Komité soll nach einiger Zeit eine Sitzung abhalten, um (nach Uebereinkunft mit den Nationalausschüssen) die Richtlinien festzulegen, auf denen die Ziele der I. Welt-Kraft-Konferenz gefördert werden können, wobei dafür zu sorgen ist, daß ein Uebergreifen oder Parallelarbeiten mit bestehenden internationalen Organisationen vermieden wird.

7. Der jetzige Organisationsausschuß bleibt bis auf weiteres für alle Zwecke der Konferenz die Vermittlungsstelle für alle auf der Konferenz vertretenen Länder.

8. Ort und Zeit der nächsten Zusammenkunft der Welt-Kraft-Konferenz soll nach Einigung mit den Nationalausschüssen vom internationalen Komité festgesetzt werden.

[15]) Heutige englische Preise zugrundegelegt: für 1 kW Jahr (8760 h) 5 £.

Digitized by Google

Soweit möglich sollen zukünftige Konferenzen in verschiedenen Ländern stattfinden.[16])

Beschlüsse:

1. Diese Konferenz ist der Ansicht, daß das größte Bedürfnis der Welt heute eine Vermehrung der Produktivität und der industriellen Betätigung ihrer Bewohner ist, unter Bedingungen, welche den Wohlstand und das Glück des Einzelnen heben, und daß dieses Ziel in weitem Maße erreicht werden kann durch eine bessere Nutzbarmachung der nationalen Kraftquellen und durch Einführung der wirtschaftlichsten Methoden zu einer allgemeinen Verteilung und Nutzung der Energie.

2—5. Es wird der Dank der Konferenz ausgesprochen.

Den Verfassern der vorgelegten Druckschriften, den Vorsitzenden der verschiedenen Sitzungen, den Organisatoren der Konferenz, Mr. D. N. Dunlop und seinen Gehilfen, sowie dem britischen Nationalkomité und den Komités der anderen Länder.

Weiter werden der Konferenz zwei Anträge vorgelegt und von dieser dem Exekutivkomité überwiesen:

Es soll dafür Sorge getragen werden, daß das Haus von James Watt, welches in der nächsten Zeit zum Verkauf gelangt, erworben und in seinem jetzigen Zustande erhalten bleibt.

Der Vertreter Frankreichs beantragte im Namen Frankreichs, Schwedens, Deutschlands, Italiens usw., das metrische System den weiteren Arbeiten der Konferenz zugrunde zu legen.

Den Schluß der Konferenz bildeten die Abschiedsansprachen der Vertreter der einzelnen Länder, die von demselben Geist der Zusammenarbeit und des friedlichen Strebens zum Wohle der gesamten Menschheit getragen waren, wie die Worte, mit denen die Konferenz eröffnet worden. Die schwungvolle Rede des deutschen Vertreters, Dipl.-Ing. zur Nedden, inhaltlich und der Form nach vielleicht die beste, die hier gehalten wurde, fand ihren Widerklang in lang andauerndem Beifall der ganzen Versammlung.

Harmonisch war der Beginn, der Verlauf und der Abschluß der Konferenz.

Die Saat zu einer internationalen Verständigung durch gemeinsame Arbeit zum Wohle der Menschheit ist gelegt. — Mögen die Früchte reifen.

(W. 161.) C. v. Grunewaldt,
Obering. der Ludin A.-G., Karlsruhe.

Nachstehend lassen wir noch die Titel der hauptsächlichsten, unser Gebiet berührenden Referate der deutschen Delegierten und einiger sonst besonders wesentlicher Referate folgen:

Ministerialdirektor Prof. Dr. Gleichmann, Berlin: Wasserkräfte an Wasserstraßen;

Ministerialrat Dr. Krieger, München: Der Ausbau der deutschen Wasserkräfte;

Prof. Dr.-Ing. Thoma, München: Die experimentelle Forschung im Wasserkraftfach;

Dr.-Ing. F. Lawaczeck: Die Ausnutzung von Großwasserkräften niederen Gefälles;

Dipl.-Ing. Direktor Menge: Die elektrische Energieverteilung in Deutschland mit besonderer Berücksichtigung des Bayernwerkes;

Ministerialrat Wechmann, Lichterfelde: Elektrischer Fernzugbetrieb der deutschen Reichsbahn;

Geheimrat Prof. Dr. Klingenberg, Berlin: Elektrische Erzeugung in neuen Dampfkraftwerken;

Von sonstigen Referaten:

Dr.-Ing. S. Kneidl (Tschechoslowakei): Geschichtliches über die Kaplan-Turbine;

Professor Hjalmar O. Dahl (Schweden): Neuzeitliche Richtlinien bei der Wahl von Wasserturbinen.

Berichtigung.

In der Fußnote 10 auf Seite 240 unseres Berichtes muß es statt „Finanzminister" Hoover heißen: Handelsminister Hoover.

[16]) Als Ort der nächsten ist inoffiziell Rom in Aussicht genommen.

Trinkwasserkraftwerk an der Talsperre der Stadt Plauen i.V.

Von Wasserwerksdirektor Dr. Ing. Lemberg, Plauen. (Fortsetzung von Heft 13, Seite 221.)

Trinkwasserwirtschaftsplan.

(Abb. 2.)

Der eigentliche Zweck der Plauener Talsperre ist die Beschaffung von Trinkwasser, und diesem Zwecke muß sich der Betrieb des Kraftwerkes unterordnen. Es liegt im Wesen der Trinkwasser- bzw. Wasserkraftausnützung, daß sich hier die Interessen beider Nutzungsmöglichkeiten gegenüberstehen. Soll nur den Bedürfnissen der Wasserversorgung Rechnung getragen werden, so richtet sich die Entnahme aus der Sperre nach dem jeweiligen Trinkwasserbedarf der Stadt, es werden also in der heißen Jahreszeit größere Wassermengen zu entnehmen sein als im Winter, und diese Wassermengen müssen sich wiederum zeitlich nach der Leistungsfähigkeit der Wasserreinigungsanlagen und der Zuleitungen nach den Hochbehältern richten, d. h., die Entnahme muß innerhalb der 24 Stunden eines Tages möglichst gleichmäßig sein. Bei reinem Kraftbetrieb dagegen müßte sich die Wasserentnahme wesentlich anders gestalten, hier würde es sich darum handeln, die verarbeiteten Wassermengen dem jeweiligen Kraftbedarf anzupassen, der in den Herbst- und Wintermonaten höher ist als im Frühjahr und Sommer, also gerade umgekehrt wie bei reinem Wasserwerksbetrieb. In der Regel werden auch an das Kraftwerk innerhalb der 24 Stunden eines Tages nicht gleichmäßige Anforderungen gestellt, die Krafterzeugung müßte sich dem schwankenden Kraftbedarf anpassen, der in der Zeit der Spitzenbelastung ein vielfaches von dem Bedarf in den übrigen Tagesstunden oder während der Nacht sein kann. Nachdem der Hauptzweck der Talsperre der Wasserversorgung der Stadt dient, wird sich der Kraftbetrieb den Bedürfnissen des Wasserwerks unterordnen müssen. Diese Gegensätze werden erst später in Erscheinung treten, wenn nämlich der Trinkwasserbedarf in der Stadt steigt, wenn sich also die Trinkwasserentnahme aus der Talsperre der Höchstleistung nähert.

Zurzeit brauchen wir zur Ergänzung der Quellwasserzuflüsse täglich im Durchschnitt nur etwa 5000 cbm Talsperrenwasser, während die Zuleitungen nach der Stadt für eine Höchstleistung von 28 600 cbm/Tag ausgebaut werden sollen, wobei auf eine Vergrößerung des Einzugsgebiets der Talsperre bereits Rücksicht genommen ist. Unter den gegenwärtigen wirtschaftlichen Verhältnissen ist leider nicht damit zu rechnen, daß die Entwickelung der Stadt in gleicher Weise fortschreitet wie in der Vorkriegszeit, die Talsperre wird also in absehbarer Zeit auf ihre Höchstleistung für Trinkwasser nicht in Anspruch genommen werden, und dieser Umstand ist für die gegenwärtige Nutzbarmachung des Wassers zu Kraftzwecken insofern günstig, als zurzeit dem Kraftbetriebe vom Trinkwasserversorgungsstandpunkte aus große Zugeständnisse gemacht werden können.

Schon vor der Bearbeitung der Planungen des Kraftwerkes wurde auf Grund der Ergebnisse der Abflußmessungen ein Trinkwasserwirtschaftsplan für reinen Wasserwerksbetrieb aufgestellt, und zwar unter der Annahme, daß an das Trinkwasserbecken lediglich die Niederschlagsgebiete I—IV mit 10,8 qkm Fläche angeschlossen sind. Dieser Wasserwirtschaftsplan, der auf der Grundlage der ermittelten „nutzbaren Abflußmengen" für die Jahre 1904 bis 1919 aufgestellt wurde, zeigt, welchen Verlauf die Wasserspiegelschwankungen in der Talsperre genommen hätten, wenn diese bereits seit dem Jahre 1904 bewirtschaftet und auf ihre Höchstleistung in Anspruch genommen worden wäre. Die diesem Plan zu Grunde gelegte Jahres-

Digitized by Google

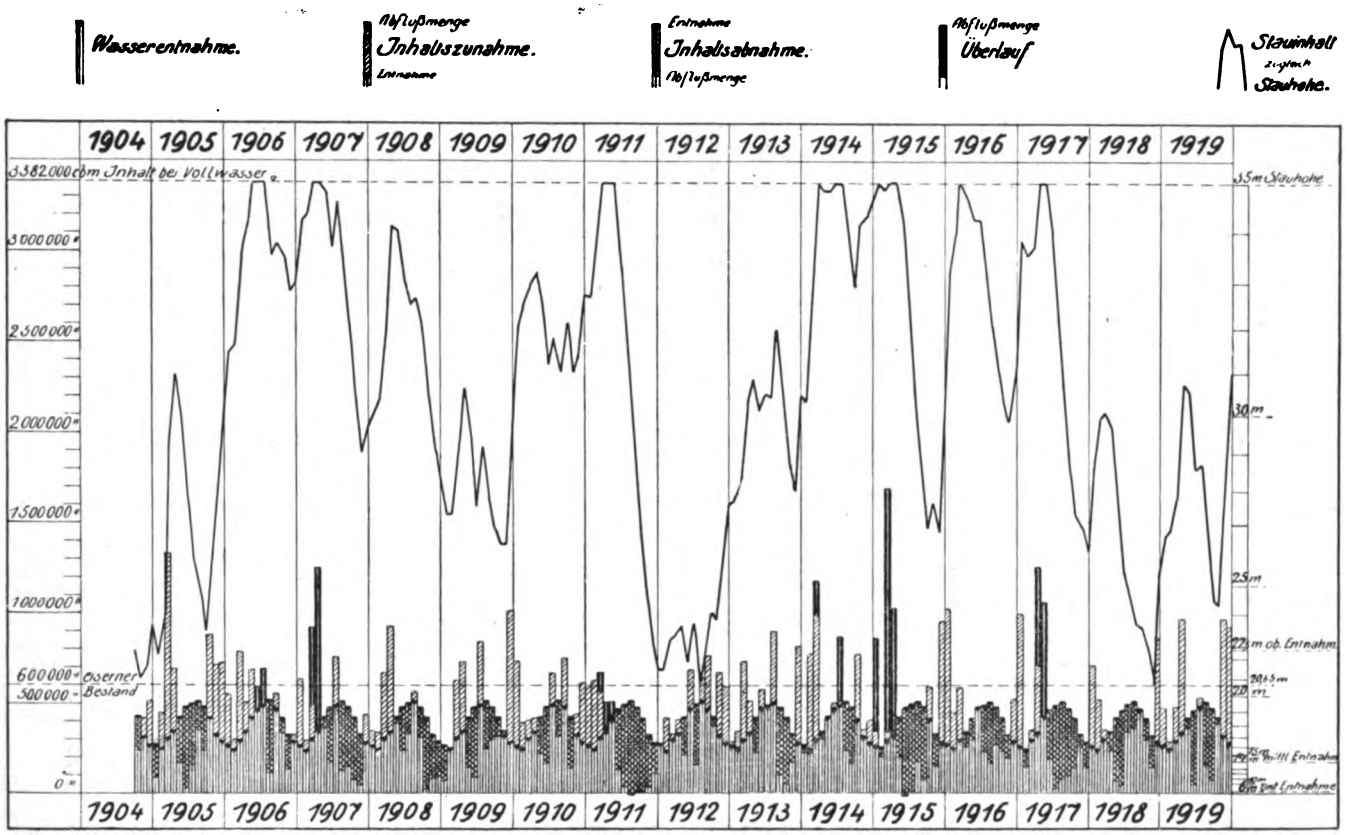


Abb. 2. Trinkwasserwirtschaftsplan

entnahme beträgt 4,6 Mill. cbm/Jahr, das sind im Mittel 12 600 cbm/Tag. Für die Verteilung des Wasserbedarfes in der Stadt auf die einzelnen Monate liegen zwar für die Jahre 1911 bis 1919 genaue Messungen vor, sie konnten aber für den Wasserwirtschaftsplan nicht benützt werden, weil sie bis zum Ende des Jahres 1913, also bis zum Zeitpunkte der Zuleitung des Talsperrenwassers, unter dem Einflusse des beschränkten Wasserzuflusses und später der durch den Weltkrieg bedingten veränderten Wirtschaftslage standen. Immerhin weisen schon diese Messungen Schwankungen des monatlichen Verbrauches von 84 v. H. bis 120 v. H .des Monatsmittels oder von 7,17 v. H. bis 10 v. H. des jährlichen Verbrauches auf.

Diese Schwankungen werden für die Entnahme aus der Talsperre noch größer werden, da besonders in den Herbstmonaten trockener Jahre ein Rückgang der Ergiebigkeit der alten Quellfassungsanlagen mit gedeckt werden muß. Es ist deshalb folgende Verteilung des Talsperrenwasserbedarfes innerhalb des Jahres als wahrscheinlich angenommen worden:

Durchsch.	Jan.	Februar	März	April	Mai	Juni
100	70	65	80	90	110	125
8.33	5.83	5.42	6.67	7.50	9.17	10.42
Juli	**August**	**Sept.**	**Oktbr.**	**Novbr.**	**Dezbr.**	
130	135	125	110	85	75	v. H. d. monatl. Durchschnittes
10 85	11.25	10.42	9.17	7.08	6.25	v. H. des Jahresverbrauches

Der Einfluß der Witterungsverhältnisse macht sich auch nach den Berichten anderer Städte in der Hauptsache nur in den Schwankungen des monatlichen Verbrauches, in den jährlichen Verbrauchsmengen jedoch nur wenig bemerkbar.

Mit den Abflußmengen, die den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen, und den Entnahmemengen mit ungünstigster zeitlicher Verteilung aber gleichgroßer Jahresmenge ist der Wirtschaftsplan aufgestellt worden. Dieser ergibt innerhalb der 15 Jahre eine größte Absenkung auf 600 000 cbm Ende Juli 1912, also ungefähr 1 Jahr nach der größten Trockenzeit im Sommer 1911. Der eiserne Bestand soll dem 1—2monatlichen Bedarfe entsprechen. Diese Bedingung wird erfüllt, denn die größte monatliche Entnahme beträgt nur 517 000 cbm, während die durchschnittliche monatliche Entnahme 383 000 cbm beträgt. Dem eisernen Bestand von 600 000 cbm entspricht eine Stauhöhe von 20,65 m, während die untere Trinkwasserentnahmestelle bei 6,00 m Stauhöhe, also fast 15,0 m tiefer liegt. Mit Rücksicht auf möglichst geringe Temperaturschwankungen muß als notwendiger Mindestabstand des Entnahmerohres vom Wasserspiegel 8—10 m gefordert werden.

Der Wasserwirtschaftsplan zeigt, daß eine Trinkwasserentnahme von jährlich 4,6 Mill. cbm auch in niederschlagsarmen Jahren durchaus möglich ist, weiter geht aus diesem Plane hervor, daß noch erhebliche Ueberlaufmengen der Trinkwasserversorgung verloren gehen. Diese theoretisch ermittelten Mengen hätten betragen:

im Jahre		
1906	320 000 cbm	Ueberlauf,
1907	1 346 000 cbm	„
1910	348 000 cbm	„
1914	545 000 cbm	„
1915	2 546 000 cbm	„
1917	1 202 000 cbm	„
	6 307 000 cbm	Ueberlauf

in 12 Jahren, also im Durchschnitt 525 583 cbm Ueberlauf pro Jahr.

Das Trinkwasserbecken ist also nicht groß genug, um die zur Verfügung stehenden Wassermengen restlos für Trinkwasser ausnützen zu können, weil sich die Wasserentnahme aus der Talsperre bei reinem Wasserwerksbetrieb nicht nach den verfügbaren Mengen, sondern nach dem jeweiligen Trinkwasserbedarf der Stadt zu richten hat. Bei Aus-

Digitized by Google

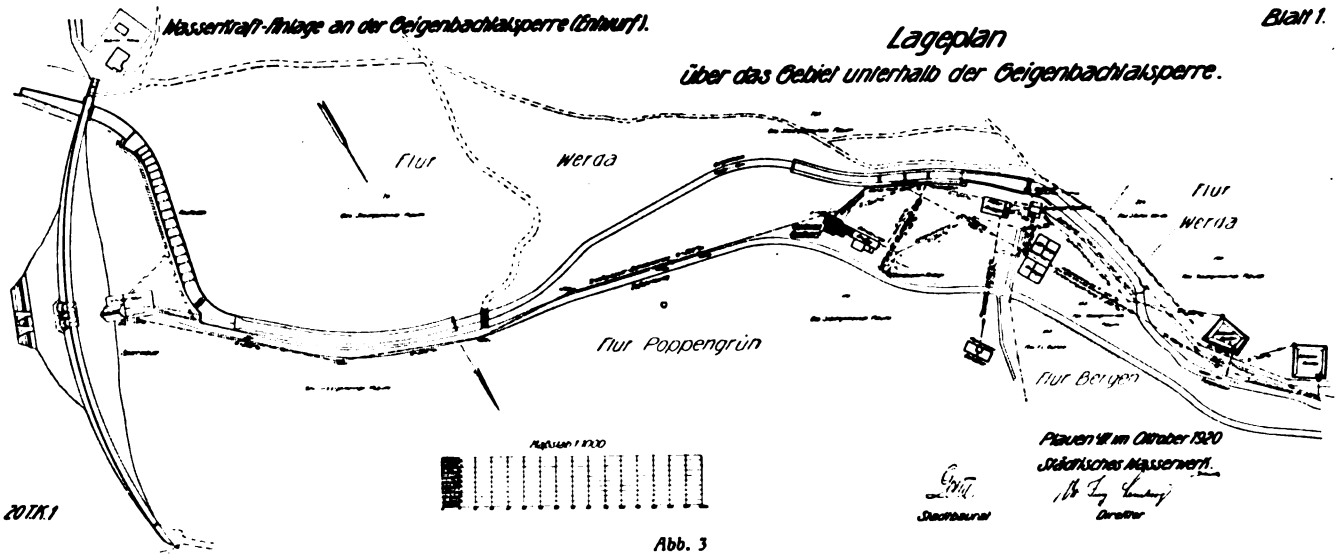


Abb. 3

nützung zu Kraftzwecken neben der Trinkwasserversorgung besteht diese Einschränkung nicht, so daß also die Möglichkeit der restlosen Nutzbarmachung aller zum Abfluß kommenden Niederschlagsmengen für Kraftzwecke gegeben ist; Ueberlaufmengen können bei normalen Niederschlagsverhältnissen vermieden werden auch nach Anschluß des Teilniederschlagsgebietes V.

Verfügbare Druckhöhen.

Aus den weiter unten angestellten Erwägungen heraus sind zwei Turbinen mit dem Unterwasserspiegel auf 540 bzw. 545 m über NN zur Aufstellung gekommen. Durch Gegenüberstellung dieser Unterwasserhöhe mit den voraussichtlichen Schwankungen des Oberwasserspiegels im Trinkwasserbecken nach dem Trinkwasserwirtschaftsplan errechnen sich die zu erwartenden Druckhöhen für die beiden Turbinen. Die geringste Durckhöhe nach dem Wasserwirtschaftsplan wäre nach dem trockenen Jahre 1911 und zwar im Juli 1912 mit 31,34 bzw. 36,34 m eingetreten, das größte Gefälle stellt sich bei gefülltem Becken mit 45,70 bzw. 50,70 m ein. Die in der Druckleitung usw. auftretenden Verluste sind hierbei noch nicht in Abzug gebracht. Nach den Auswertungen des Trinkwasserwirtschaftsplanes der Jahre 1905 bis 1919 ergibt sich für die Häufigkeit der für die beiden Turbinen zu erwartenden Druckhöhen folgendes Bild:

Druckhöhe für die		Häufigkeit %
Trinkwasserturbine	Ueberschußwasserturbine	
31.34—35 m	36.34—40 m	14
36 —40 m	41 —45 m	30
41 —45.70 m	46 —50.70 m	56

Die tatsächlich zur Verfügung stehenden Druckhöhen werden wesentlich günstiger durch den Anschluß des Teilgebietes V und durch die Ausnützung der nach dem Trinkwasserwirtschaftsplan zum Ueberlauf kommenden Wassermengen.

Krafthaus und Kraftmaschinen.

(Abb. 3—5)

Die Lage des Krafthauses muß sich in die Trinkwasser-

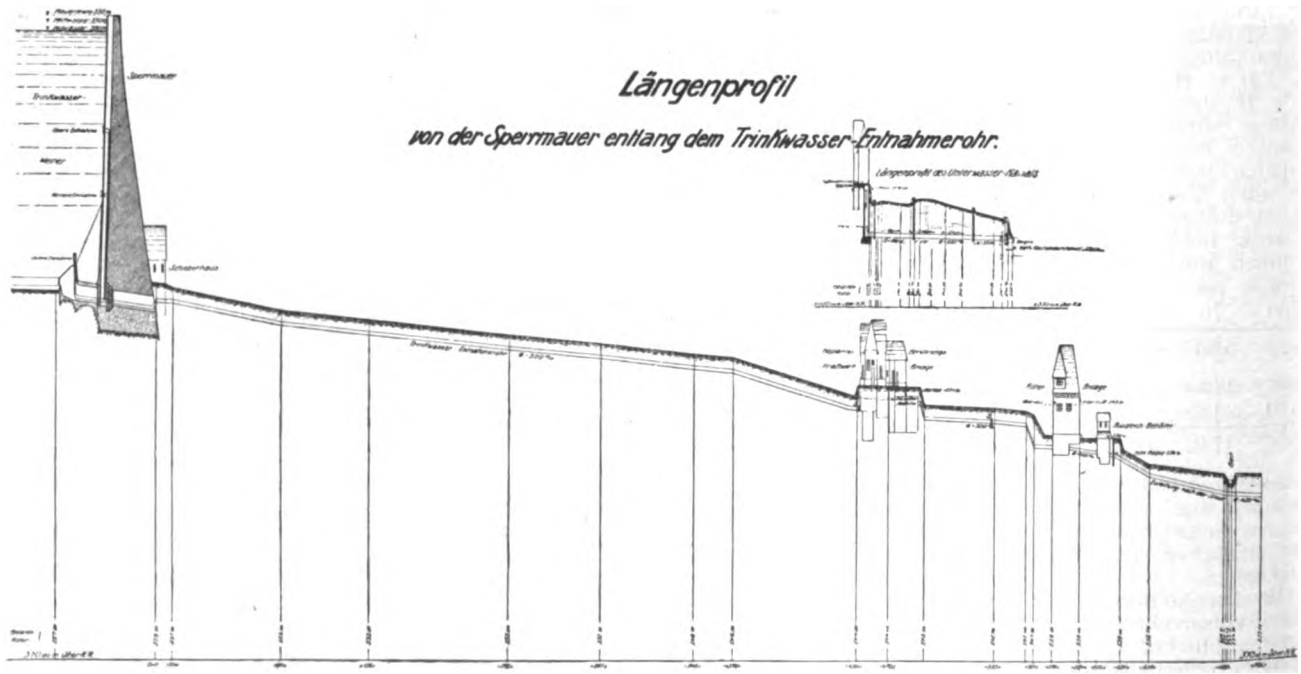


Abb. 4

Digitized by Google

versorgungsanlage eingliedern, d. h., das aus den Turbinen abfließende Wasser muß noch genügend Gefälle besitzen, um in die Reinigungsanlage abfließen zu können. Der am höchsten gelegene Teil dieser Reinigungsanlagen, die Misch- und Berührungsanlage, haben ihren Ueberlaufwasserspiegel auf 545 m über NN, es muß also der Unterwasserspiegel der Turbinen mindestens auf dieser Höhe liegen. Um jedoch bis auf weiteres für diejenigen Wassermengen, die zurzeit zu Trinkwasserzwecken nicht gebraucht werden, das verfügbare höhere Sauggefälle ausnützen zu können, ist ein zweiter Unterwasserschacht im Maschinenhaus eingebaut, dessen Wasserspiegel 5 m tiefer, also auf 540 mm über NN liegt. Die zweckmäßigste Lösung ergab sich durch Aufstellung von zwei Turbinen, deren eine das Trinkwasser in den oberen Wasserkasten liefert, während die andere das Ueberschußwasser in den unteren Wasserschacht abgibt, der nach dem Geigenbach entwässert. Auf diese Weise ist das Sauggefälle für das Ueberschußwasser um 5 m vergrößert worden, also um mehr als 10% des Gesamtgefälles. Eine weitere Tieferlegung des Unterwasserspiegels für das Ueberschußwasser wäre zwar möglich gewesen, die dadurch bedingte Tieferlegung der einen Turbine ist jedoch mit Rücksicht auf den späteren reinen Trinkwasserbetrieb nicht erwünscht und deshalb unterblieben. Außerdem haben wiederholt angestellte Vergleichsrechnungen ergeben, daß dadurch die Baukosten des Unterwasserkanals, der in felsigem Gelände zu verlegen war, unverhältnismäßig hoch geworden wären, so daß eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der ganzen Anlage nach den damaligen Kohlenpreisen nicht damit zu erzielen war.

Die Aufstellung der beiden Turbinen erfolgte daher auf gleicher Höhe, lediglich die Längen der in das Unterwasser tauchenden Saugrohre sind verschieden. Von dem Abwasser der Trinkwasserturbine, die in den oberen Wasserkasten ausmündet, fließt der für Trinkwasserzwecke benötigte Teil den Reinigungsanlagen zu, der Rest fällt in den Unterwasserschacht der Ueberschußwasserturbine und fließt durch den Unterkanal dem Geigenbach zu. Die Turbinen sind konstruktiv so durchgebildet, daß beide durch einfache Umstellungen wahlweise auf dem oberen oder auf dem unteren Wasserspiegel arbeiten können, je nach den Anforderungen, die die Wasserversorgung der Stadt stellt.

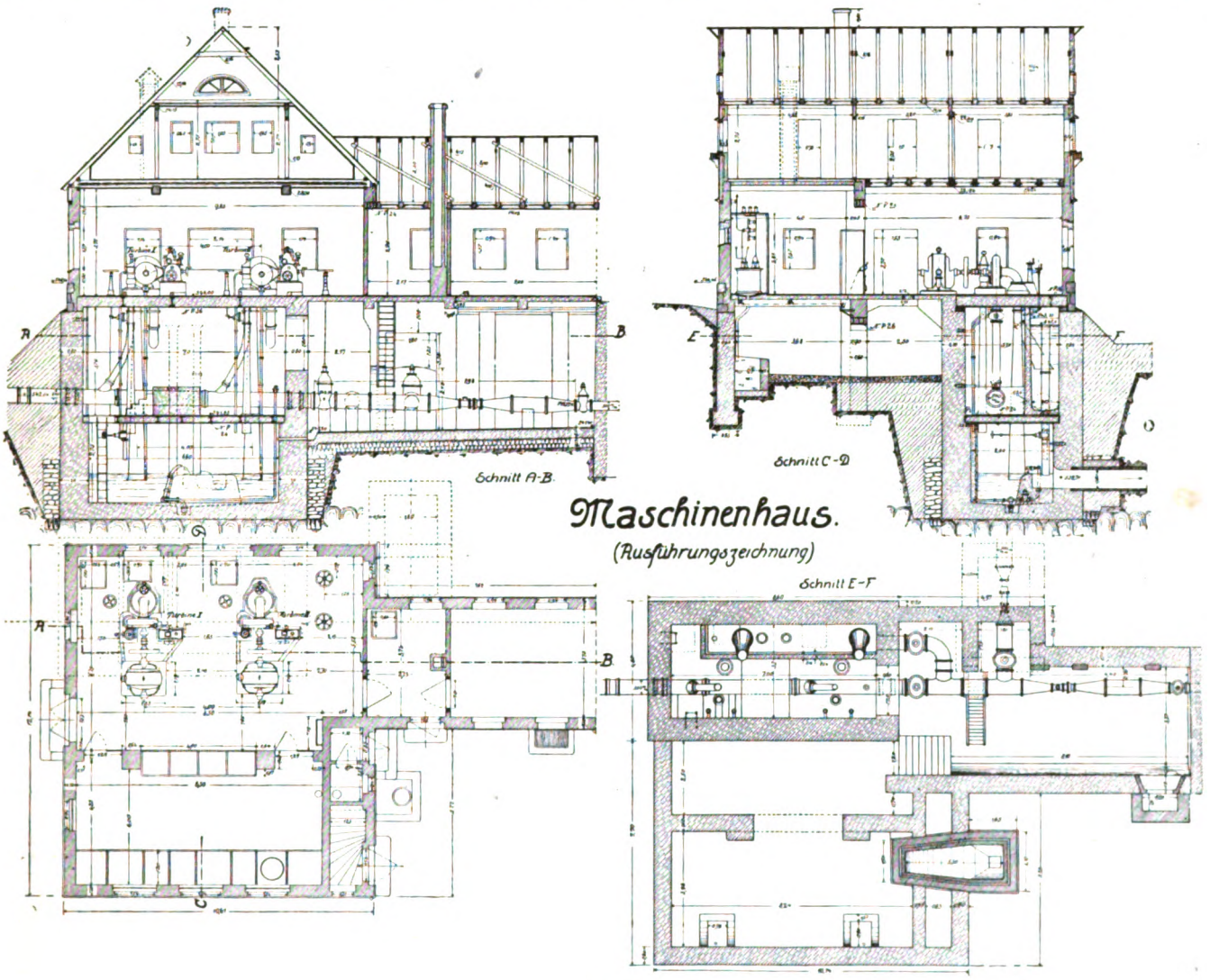


Abb. 5

Es wäre an sich wirtschaftlich richtig, wenn die Größe der Trinkwasserturbine dem jetzigen Trinkwasserbedarf angepaßt würde, um für das gesamte Ueberschußwasser das um 5 m höhere Gefälle ausnützen zu können. Die techn. Bedingungen jedoch, unter denen die Stromabgabe erfolgen muß, rechtfertigen eine andere Anordnung. Während näm-

Digitized by Google

lich die Trinkwasserturbine in den 24 Stunden eines Betriebstages möglichst ununterbrochen und gleichmäßig laufen muß, soll die Ueberschußwasserturbine in der Regel nicht den ganzen Tag hindurch betrieben werden. Die Zusammendrängung der Abgabe des Ueberschußwassers auf einen Bruchteil des Tages ermöglicht eine wesentlich höhere Kraftentnahme in dieser Zeit als wenn ein gleichmäßiger Ablauf stattfinden würde. Den größten Teil eines Tages wird also bis auf Weiteres die Trinkwasserturbine in der Regel allein laufen müssen, und es ist zwar theoretisch möglich, auch eine kleine Stromquelle auf ein Stromnetz arbeiten zu lassen, das von sehr großen Maschinen gespeist wird, praktisch sind wir jedoch an gewisse untere Grenzen gebunden, da selbst relativ geringe Belastungsschwankungen eines stark belasteten Stromverteilungsnetzes eine im Verhältnis zu unserer kleinen Anlage unzulässige absolute Höhe erreichen können. Dadurch kann eine gewisse Unstabilität der kleinen Zentrale hervorgerufen werden, die bei ungünstigen Verhältnissen zu öfteren Ueberlastungen führen wird. Die Talsperrenzentrale ist für ein Parallelarbeiten mit dem städt. Elektrizitätswerk Plauen und mit den staatlichen Elektrizitätswerken bestimmt, also mit Werken mit großen Maschinen und infolgedessen absolut großen Belastungsschwankungen im Netz. Um auf ein derartiges Netz einwandfrei arbeiten zu können, muß die Talsperrenzentrale als kleinste Maschine mindestens eine 50 PS Turbine mit dazu passendem Generator erhalten. Diese Leistungsfähigkeit ist deshalb der kleinen Turbine bei voller Beaufschlagung gegeben worden. Ebenfalls aus betriebstechnischen Gründen und den Wünschen des städt. Elektrizitätswerks entsprechend wurde die Größe der Ueberschußwasserturbine bei voller Beaufschlagung mit 100 PS angenommen.

Die Lage des Maschinenhauses ist aus dem Lageplan ersichtlich, als einzig möglicher Bauplatz kam die unmittelbar oberhalb der Berührungsanlage liegende freie Fläche in Betracht. Als Druckleitung wurde das seit Jahren liegende Trinkwasserrohr verwendet, das 500 mm L.W. besitzt und eine Länge von etwa 550 m von der Sperre bis zum Kraftwerk aufweist. Die Leitung besteht aus normalen gußeisernen Rohren, die mit einer Deckung von 1,50 m in die Erde verlegt sind.

Bei großen Belastungsschwankungen im Ueberlandnetz werden zur Verhinderung einer Ueberlastung der Talsperrenmaschinen die automatischen Ausschaltvorrichtungen in Tätigkeit treten. Der hierauf beginnende Leerlauf der Turbinen wird durch besonders sorgfältig ausgewählte Turbinenregulatoren geregelt, um jede Bruchgefahr durch Rückschläge von der gußeisernen Zuleitung fernzuhalten. Zum gleichen Zwecke sind auch Sicherheitsüberläufe und mit den Automaten zwangsläufig verbundene Ablaßventile vorgesehen.

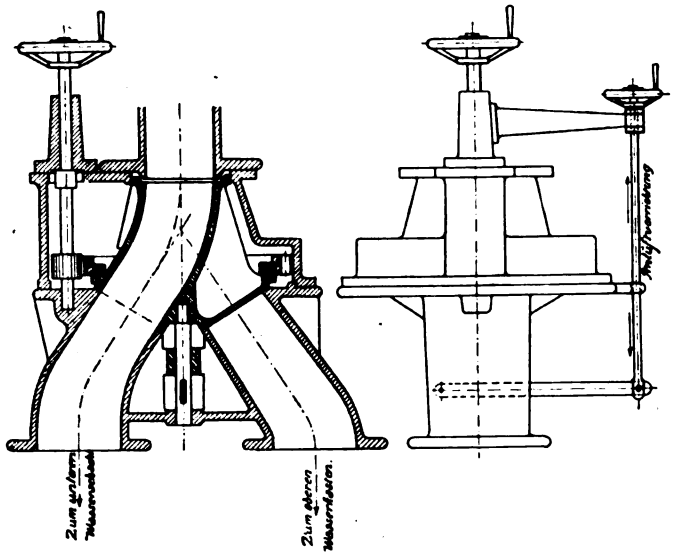


Abb. 6.

Das Wasser wird durch die drehbar angeordneten Leitschaufeln aus Gußeisen auf die Laufräder der Turbine geführt, durchströmt diese und geht dann durch den Ablaufbogen in das Blechsaugrohr, durch Saugwirkung das Gefälle bis zum Unterwasserspiegel ausnützend. Da bei dieser Anlage die Turbinen mit zwei verschiedenen Sauggefällen arbeiten müssen, hat jede Turbine zwei ungleich lange Blechsaugrohre. Für den Uebergang von einem zum anderen Sauggefälle ist ein Zweiwege-Einsatz eingebaut (Fig. 6), an welchen die beiden Saugrohre angeschlossen sind. Dadurch ist es auf ganz einfache Weise möglich, jede Turbine wahlweise, entweder mit dem oberen oder mit dem unteren Oberwasserschacht in Verbindung zu bringen.

Die Regulierung der Turbinen erfolgt automatisch durch Geschwindigkeits-Regulatoren, die unmittelbar auf die Drehschaufeln der Leitapparate wirken, und zwar mittels Kolben, die durch Drucköl betätigt werden, welches die in die Regulatoren eingebauten Oelpumpen liefern. Gesteuert wird der Kolben durch Vermittlung eines sehr empfindlichen Federpendels, außerdem kann jede Turbine durch die am Regulator angebrachte Handregulierung jederzeit von Hand eingestellt werden.

Zur Verminderung der bei den Reguliervorgängen auftretenden Druckschwankungen sind an die Turbinen Druckregulierapparate angeschlossen, welche derart wirken, daß bei plötzlichen Entlastungen bzw. bei Schließen der Turbinen keine für die Rohrleitung schädlichen Stöße oder Schläge entstehen können. Der Freilauf bzw. das Ventil des Druckregulierapparates ist mit der Regulierwelle des Oeldruckregulators zwangsläufig verbunden, es wird bei eintretender rascher Schließbewegung geöffnet und dann unter dem Einfluß eines Kataraktes langsam wieder geschlossen.

Trinkwasserturbine.

Normales Bruttogefälle	40,70 m
Normales Nettogefälle	40,— m
Wassermenge	124 Lit./Sek.

Hieraus ergibt sich eine rohe Wasserkraft zu

$$N_a = \frac{124 \times 40}{75} = 66{,}2 \text{ PS}$$

Unter Zugrundelegung eines Nutzeffektes von 76% berechnet sich die effektive Leistung an der Turbinenwelle gemessen zu

$$N_a = -{,}76 \times 66{,}2 = 50{,}0 \text{ PS}$$

Abmessungen des Laufrades:

Eintrittsdurchmesser des Laufrades	0,350 m
Anzahl der Schaufeln	11
Schaufelhöhe beim Eintritt	0,025 m

Abmessungen des Leitrades:

Anzahl der Schaufeln	8
Größte lichte Weite zwischen den Schaufeln	0,040 m
Schaufelhöhe	0,025 m

Ueberschußwasserturbine.

Normales Bruttogefälle	47,70 m
Normales Nettogefälle	42,20 m
Wassermenge	231 Lit./Sek.

Hieraus ergibt sich eine rohe Wasserkraft zu

$$N_a = \frac{231 \times 42{,}2}{75} = 130 \text{ PS}$$

Unter Zugrundelegung eines Nutzeffektes von 77% berechnet sich die effektive Leistung an der Turbinenwelle gemessen zu

$$N_e = 0{,}77 \times 130 = 100 \text{ PS}$$

Abmessungen des Laufrades:

Eintrittsdurchmesser des Laufrades	0,35 m
Anzahl der Schaufeln	14
Schaufelhöhe beim Eintritt	0,040 m

Abmessungen des Leitrades:

Anzahl der Schaufeln	8
Größte lichte Weite zwischen den Schaufeln	0,054 m
Schaufelhöhe	0,040 m.

Digitized by Google

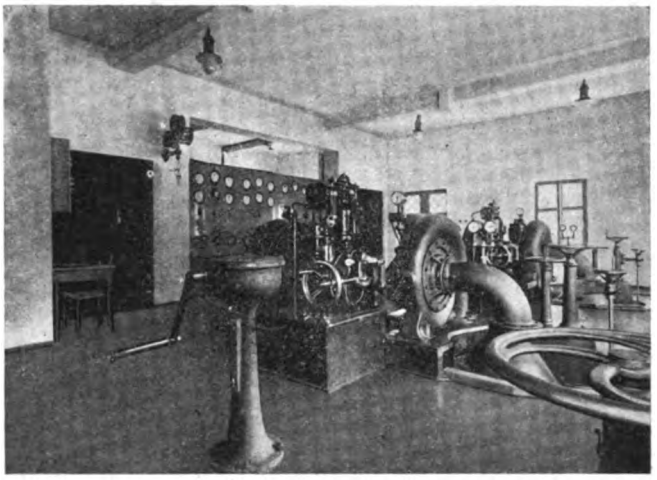


Abb. 7. Maschinen- und Schaltraum.

Aus Sparsamkeitsrücksichten wurden schnellaufende Turbinen gewählt mit einer Umlaufszahl von 1000 Touren in der Minute, die unmittelbar mit den Generatoren gekuppelt sind. Die Turbinen sind von der Firma Escher, Wyß & Co., Ravensburg, geliefert und aufgestellt worden, die Hoch- und Tiefbauten wurden durch Paul Steiniger, Plauen, der Unterkanal durch die Firma Dressel, Plauen, ausgeführt.

Elektrische Anlage.

Die Lieferung des erzeugten Stromes erfolgt unmittelbar in das Ueberlandnetz des städt. Elektrizitätswerkes. Zu diesem Zwecke wurde das Kraftwerk durch eine etwa 3 km lange Freileitung an dieses Ueberlandnetz in Lottengrün angeschlossen. Die beiden an die Turbinen gekuppelten Drehstromgeneratoren haben eigene Erregermaschinen und erzeugen Drehstrom von 380 Volt bei 50 Perioden. Die elektrischen Maschinen sind reichlich groß gewählt, und zwar mit 80 kVA entsprechend 52 kW bei $\cos \varphi = 0{,}65$ bzw. 120 kVA, entsprechend 78 kW bei $\cos \varphi = 0{,}65$. Durch zwei Transformatoren von je 75 kVA erfolgt die Umspannung von 380 auf 10 500 Volt bei Vollast. Die Generatoren sind für eine 80prozentige vorübergehende Tourenerhöhung berechnet, die Beeinflussung der Turbinenregulatoren erfolgt durch zwei Reglermotore, die von der Schalttafel aus für Links- bzw. Rechtslauf geschaltet werden können.

Bei der Wahl der aufzustellenden elektrischen Maschinen wurde die Aufstellung von Asynchron-Generatoren in Erwägung gezogen, wegen der bedeutend niedrigeren Anlagekosten, des leichteren Parallelbetriebs mit den anderen Werken, wegen der geringeren Wartung und der leichteren Tourenregulierung. Da jedoch damit gerechnet werden mußte, daß die Talsperre zeitweise auch auf einen abgetrennten Netzteil zu arbeiten hat, was bei Asynchron-Generatoren wegen der fehlenden Erregung nicht möglich ist, mußte die Wahl auf Synchron-Generatoren fallen. Ausschlaggebend war noch die Erwägung, daß bei Störungen im städt. Elektrizitätswerk auch die Talsperrenzentrale ausfallen würde, so daß keine Reserve für den eigenen Kraftbedarf des Wasserwerksbetriebs verfügbar wäre. Der elektrische Teil der Anlage ist aus den Werkstätten der Siemens Schuckert-Werke Berlin und Nürnberg hervorgegangen.

Stromerzeugung und Stromverwertung.

Wie oben ausgeführt, stehen jährlich etwa 6 Millionen cbm Betriebswasser zur Verfügung. Unter der Annahme, daß etwa 4 Millionen cbm in den Trinkwasserkasten und etwa 2 Millionen cbm in den tieferen Schacht verarbeitet werden können, beträgt die jährliche Arbeitsleistung bei einem Gesamtwirkungsgrad von Turbinen und Generatoren von 0,63, 157,5 Mill. m/Tonnen oder 430 000 kWSt als Ergebnis eines Durchschnittsjahres. Der erzeugte Strom wird vom städt. Elektrizitätswerk im Maschinenhaus, und zwar auf der Hochspannungsseite abgenommen. Das Werk wurde am 12. Oktober 1922 in Betrieb genommen, seit dieser Zeit wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Erzeugte Kilowattstunden:	
Oktober 1922	38 175
November 1922	47 840
Dezember 1922	64 190
Januar 1923	60 300
Februar 1923	49 225
	259 730

Die geringere Stromabgabe in Monaten November, Dezember und Februar ist in der Hauptsache auf Störungen im Ueberlandnetz des städt. Elektrizitätswerkes zurückzuführen, die jedoch nunmehr behoben sind, so daß in den nächsten Monaten, da die Wasserzuflüsse in diesem Jahre sehr reichlich sind, mit einer Durchschnittsleistung von 66 000 kWSt/Monat gerechnet werden kann.

Einfluß auf die Trinkwasserbeschaffenheit.

Die Erfahrungen beim Talsperrenbetrieb haben gezeigt, daß ein langer Aufenthalt des Oberflächenwassers im Trinkwasserbecken dessen Beschaffenheit günstig beeinflußt. Es hat sich auch gezeigt, daß das Wasser im Laufe der Zeit durch den sogenannten Einarbeitsprozeß des Beckens Veränderungen seiner Beschaffenheit durchgemacht hat, die von wesentlichem Einfluß auf die jeweils zur Verwendung kommenden Reinigungsverfahren gewesen sind. Durch die volle Ausnützung des Trinkwasserbeckens zu Kraftzwecken wird eine öftere Umwälzung des Wasservorrats stattfinden als bisher, es muß daher erwartet werden, daß diese neue Art der Bewirtschaftung nicht ohne Einfluß auf die Wasserbeschaffenheit und auf das Verhalten des Wassers dem bisherigen Reinigungsverfahren gegenüber sein wird. Die Richtung, nach welcher die Veränderung der Wasserbeschaffenheit sich vollziehen wird, läßt sich im voraus nicht bestimmen, aber wir müssen mit dieser Erscheinung rechnen und ihr von vornherein erhöhte Aufmerksamkeit zuwenden, um rechtzeitig die erforderlichen Maßnahmen treffen zu können.

Das schwedische Großkraftwerk bei Lilla Edet

Es dürfte selten ein Wasserkraftwerk derart gründliche Vorstudien und experimentelle Vorarbeiten hinter sich haben, wie der schwedische Staat solche für das Lilla Edet-Kraftwerk am Göta-Aelv und in einer umfangreichen Druckschrift mit ausführlichen Begründungen veröffentlicht hat[1]). Das mit 76 Abb. und 13 Plantafeln ausgestattete Buch von 187 Seiten Umfang schildert nach den einleitenden hydrologischen Grundlagen die auf das Jahr 1917 zurückgehenden ersten Projekte für eine zu verarbeitende Wasser-Gefälle von 5,6—6,8 m, die sich 1918 zur Beschlußfassung des Baues, 1919—21 zu den Verhandlungen mit den Turbinenfirmen und schließlich zur Wahl von 10 000-PS-Einheiten auf Grund eingehendster Versuche verdichteten. Es wurden zunächst alle bekannten Turbinenkonstruktionen und Einbauarten der eingehenden Durchprojektierung und Kostenberechnung unterworfen und wir finden alle diese Vergleichsprojekte vorgeführt: die vertikale Zwillingsturbine in verschiedenen Zu- und Ablaufverhältnissen, auch mit White- und Moody-Saugrohr, entworfen, vertikale Einradturbinen zu je zweien in gemeinsamem Zu- und Ablauf eingebaut mit zwei elektrisch parallel geschalteten Generatoren sowie mit Kegelradgetrieben und zwischen-

[1]. Statens kraftverk vid Lilla Edet. Tekniska meddelanden fran Kungl. Vattenfallsstyrelsen Ser. B Nr. 2 vom 6. Aug. 1923. Vgl. auch Eckwall, Kraftverket vid Lilla Edet, Teknisk Tidskrift vom 24. Nov. 1923 (väg—och vattenbyggnadskonst Nr. 11).

Digitized by Google

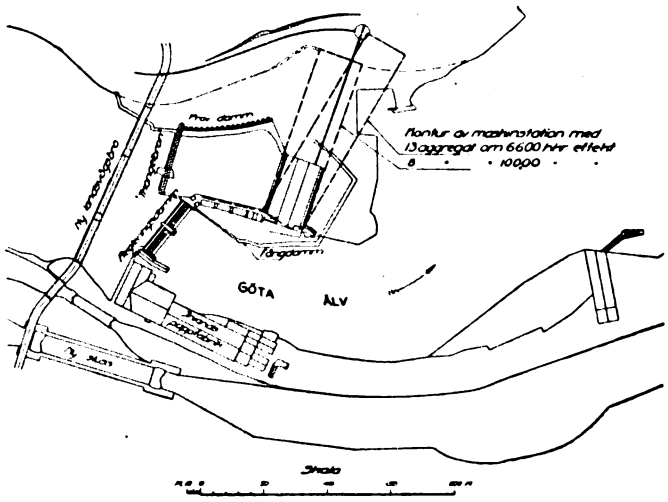


Abb. 1. Kraftwerk bei Lilla Edet, Lageplan.

liegendem gemeinsamen horizontalachsigen Generator wie u. a. bei den Mainkraftwerken; Vertikalturbinen, zickzackförmig versetzt aufgestellt, und parallel versetzte horizontale Dreifach-Zwillingsturbinen mit schrägem Maschinenhaus nach Hallinger[2]). Studiert wurde fernerhin ein Vorschlag von Kaplan-Storek über Kaplan-Turbinen von 10 000 PS mit $n_s = 800$ und eine Anregung von Lawaczeck, Fritz Neumeyer A.-G., über die Verwendung von „Umformerturbinen"[3]), gegen welch letztere der zu erwartende geringe Wirkungsgrad sprach; schließlich wurde noch die Aufstellung der Gesamtanlage im Freien mit wettersicheren Vertikalgeneratoren, Freiluftschaltanlage und großen Portalkranen in Erwägung gezogen, doch aus Betriebsgründen trotz etwas geringerer Kosten nicht verfolgt.

Als Ergebnis dieser mehrjährigen Studien wurden im Sommer 1921 von allen großen Turbinenfirmen in Schweden, Deutschland, Schweiz und Amerika Angebote auf 10 000 PS-Doppelturbinen eingeholt, wobei überraschenderweise von drei Firmen: Verkstaden i Kristinehamn, F. Neumeyer A.-G. mit A.-B. Finshyttan und Bell & Co., Kriens, mit Nydqist & Holm A.-B. der Sprung zu neuen, in solcher Größe noch nicht erprobten Bauarten von Einrad-Turbinen gewagt wurde: der Propellerturbine mit regulierbaren Laufradschaufeln (Kaplan) und der kranzlosen Diagonalturbine (Lawaczeck).

Für eine in Lilla Edet eigens erbaute Probierstation wurde am 2. Februar 1922 eine Kaplanturbine von 950 mm Durchm. bei Verkstaden bestellt, am 16. März eine Kraftwerksturbine gleicher Bauart für 10 000 PS, maximal 11 200 PS, unter 6,5 m Gefälle, nachdem die Versuche in Podebrad die bekannten guten Ergebnisse aufgewiesen hatten. Für die zunächst zu vergebende zweite Turbine bestand auf Grund von Versuchsergebnissen in Charlottenburg und Gotha Interesse für die von Finshyttan / F. Neumeyer A.-G. angebotene sog. Lawaczeckturbine; von Versuchen mit einem 200 mm-Rad dieser Bauart der A. B. Finshyttan wurde im Juli 1922 diese Firma mit der Lieferung der zweiten Turbine von 10 000 PS unter 6,5 m Gefälle beauftragt, so daß für den ersten Ausbau des Kraftwerkes mit drei Maschinen nur noch eine Turbine offen blieb, für welche von Escher, Wyß & Co. / A.-B. Götaverken eine Einradturbine mit Zahnradvorgelege in Vorschlag gebracht war. Zur Zeit der Bestellung war die stärkste bekannte Turbine jene von Cedars Rapids in Nordamerika mit 347 PS Einheitsleistung unter 1 m Gefälle und 4,7 m größtem Laufrad-Durchmesser, unter Anwendung zweier ganz neuartiger Konstruktionen hatten hier bei Lilla Edet Bauherr wie Fabrikanten den Sprung auf 604 PS Einheitsleistung bei Durchmessern von 5,8 m für die Kaplanturbine und 6,0 m für die Lawaczeckturbine gewagt. Für den dritten Maschinensatz hatte man, nachdem die sonstigen Vorschläge, u. a. die Zahnradturbine, sowohl in ökonomischer wie betriebstechnischer Hinsicht, ausgeschieden worden waren, zwischen der Kaplan- und Lawaczeckturbine[4]) zu wählen, wozu genaue Vergleichsberechnungen auf Grund der Wirkungsgradgarantien angestellt wurden. Die Generator-Kosten sind beidesmal dieselben; die Wertung der Turbinen erfolgte auf Grund ihrer Anlage- und Einbaukosten und auf Grund der Wirkungsgrade bei den verschiedenen, einer Häufigkeitskurve der Belastungen entsprechenden Teillasten bzw. Gefällsänderungen dergestalt, daß diese kapitalisierten Beträge ein Maß für die Wertung der Turbinen geben. Nach den aus Abb. 9 dieser Z., H. 5, S. 55, bekannten Wirkungsgraden[5]) und nach diesen Vergleichsberechnungen ergaben sich die Anschaffungskosten für eine Lawaczeckturbine um zirka 160 000 schwed. Kr. niedriger gegenüber der Kaplanturbine, andererseits aber entspricht den besseren Wirkungsgradgarantien ein Kapital von 170 000 schwed. Kr. Es wurde nun schließlich die dritte Turbine nochmals bei Finshyttan bestellt, einmal mit Rücksicht auf den geringeren augenblicklichen Kapitalbedarf und dann mit Rücksicht auf einen größeren Beitrag zur Bekämpfung der Arbeitslosigkeit, welcher Gesichtspunkt bei Finshyttan vordringlicher erschien. Entsprechend dem Verlauf der Wirkungsgradkurven sollen die Lawaczeckturbinen als Grundbelastungsturbinen, die Kaplanturbine als Regulierturbine verwendet werden.

Das Buch gibt dann an Hand genauer Pläne eine nähere Beschreibung der baulichen, turbinentechnischen und elek-

[2]) Versetzte Aufstellung liegender Francisturbinen. Reindl. Z. f. d. gesamte Turbinenwesen 1919, H. 19, S. 185.

[3]) Vgl. die neuere Entwicklung der Wasserturbinen. Thoma. Z. d. V. d. I. 1921, Nr. 26, S. 679.

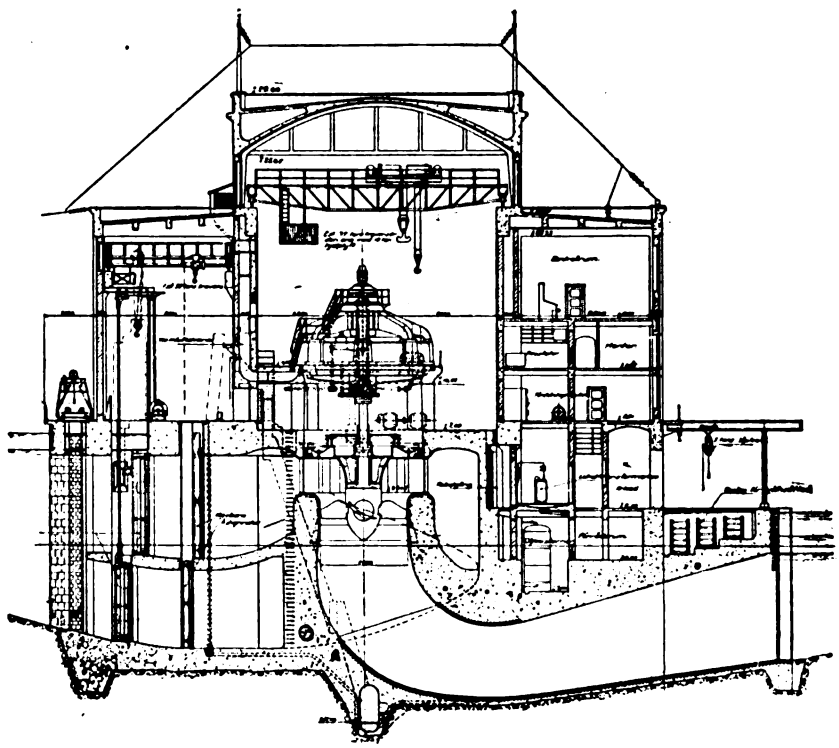


Abb 2. Lilla Edet, Querschnitt durch eine Kaplanturbine.

[4]) Wir schließen uns hier der im Buche der Wasserfallverwaltung eingehaltenen Bezeichnungsweise an.

[5]) Inzwischen sind die in genannter Abb. 9 gezeigten Wirkungsgradkurven für das Kaplanrad noch übertroffen worden.

Digitized by Google

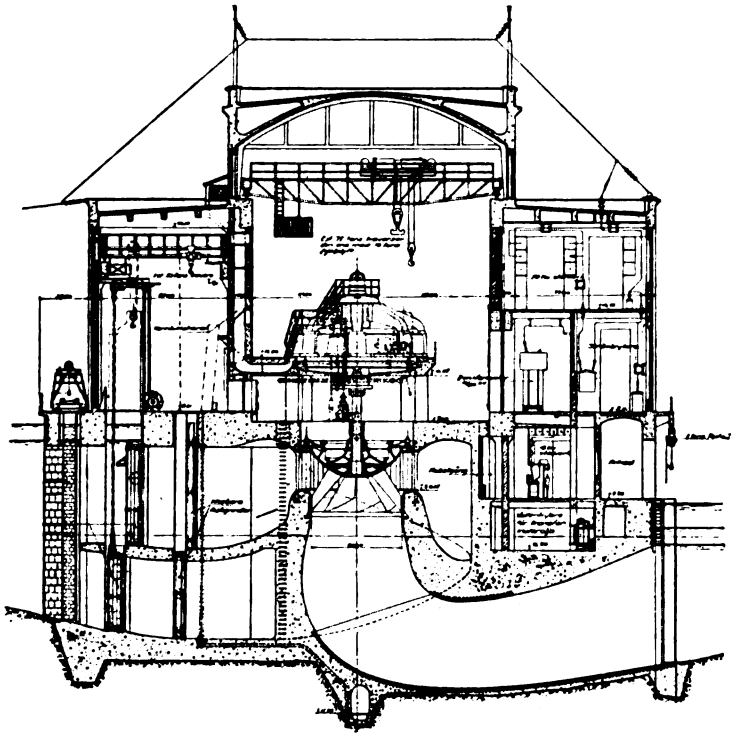


Abb. 3. Lilla Edet. Querschnitt durch eine Lavaczeckturbine.

trotechnischen Einzelheiten der aus dem Lageplan Abb. 1 ersichtlichen, in den Göta-Aelv eingebauten Anlage. Die Achsenabstände zwischen den Maschinen betragen 14,75 m, die Breite des Maschinenhauses rund 15,80 m. Oberwasserseitig läuft in einem gedeckten Vorbau ein 30 t-Laufkran zum Heben der Doppelschützen und der ebenfalls zweiteiligen Rechen, vor dem Haus dient ein 5 t-Bockkran zur Bedienung der Dammbalken. Im unterwasserseitigen Anbau sind die 50 kW-Schalt- und Transformatorenanlage, die Bedienungsschaltanlage und die sonstigen Nebenräume untergebracht. 19 m unter Maschinenhausflur ist eine Pumpenzentrale installiert, bestehend aus zwei elektrisch betriebenen Pumpen von je 2 m³/Min. und zwei solchen von je 20 m³/Min., deren Sumpf unter die Fundamentsohle des Bauwerkes reicht und aus einem Sammelkanal 19,60 m unter Flur alle Leckwässer und Entleerungsleitungen aufnimmt. Dieser Sammelkanal mit darüber liegendem Revisionsgang (vgl. den Querschnitt Abb. 2 und 3) geht noch unterhalb der Saugrohrkrümmer durch. Das Maschinenhaus (der erste Ausbau ist in Abb. 1 ausgezogen gezeichnet) ist zunächst für drei Aggregate ausgebaut und zur schrittweisen Verlängerung gegen das linke Ufer hin, mit welchem es provisorisch durch eine Bahnbrücke verbunden ist, bis auf acht Aggregate entspr. 80 000 installierte PS vorgesehen. Die Turbineneinläufe von je 13 m Breite mit schraubenartigem Uebergang zu den Spiralkammern (Abb. 2 und 3) sind auch der Breite nach durch leitschaufelartige Zwischenpfeiler in drei Abschnitte geteilt (Abb. 4) mit Rücksicht auf die Bedienbarkeit der Rechenfelder und die sichere Führung von nicht weniger als 140 m³/sec. Wasser bei Vollast pro Turbine. Die Lawaczeckturbinen (Abb. 3) sind mit Laufrädern von je acht Schaufeln in einer eigenartigen konkaven Nabe und mit einem üblichen 28schaufeligen Leitrad ausgerüstet; die Abb. 5 zeigt an den Modellrädern die Form dieser Turbinen. Die Kaplanturbine (Abb. 2) entspricht dem auf Seite 54 und 56 lfd. Jhrs. bereits Beschriebenen. Das Kingsbury-Spurlager für 440 t Belastung mit 16 Segmenten ist das bisher höchstbelastete Lager. Die Generatoren für 10 000 kVA, 10 kV, sind in ganz geschlossener Bauart mit Eigenlüftung (20 m³/sec.) ausgeführt.

Besondere Sorgfalt erfuhr die Ausbildung der Turbinen-Zu- und Abläufe auf Grund eigener Modellversuche im Laboratorium der Technischen Hochschule zu Stockholm,

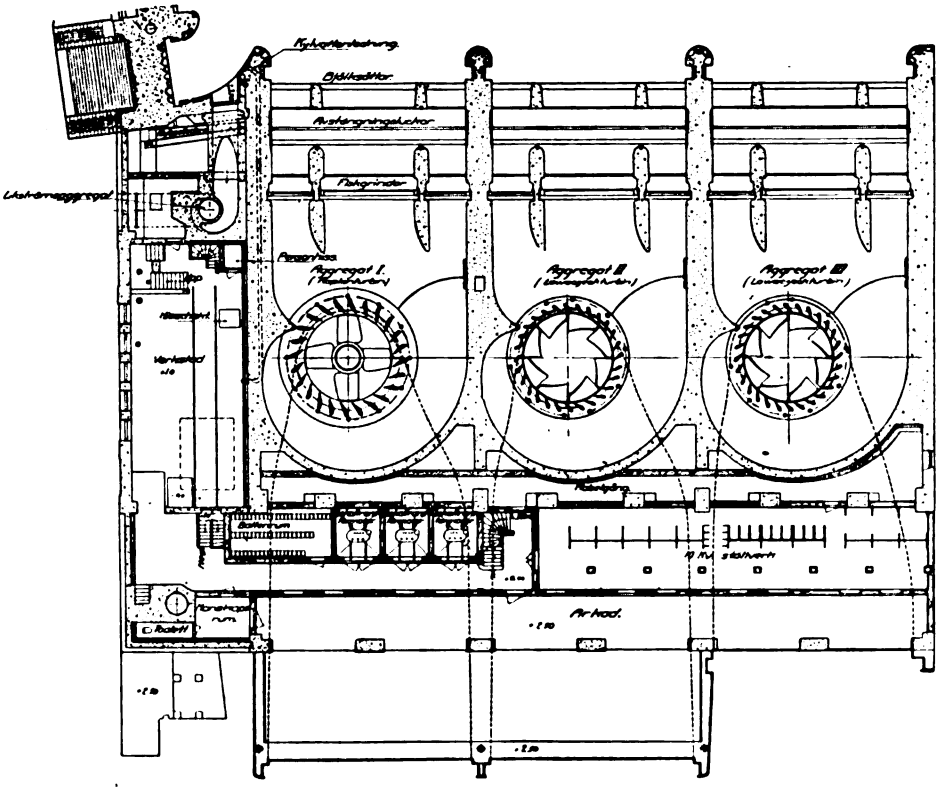


Abb. 4. Grundriss des ersten Ausbaues.

Digitized by Google

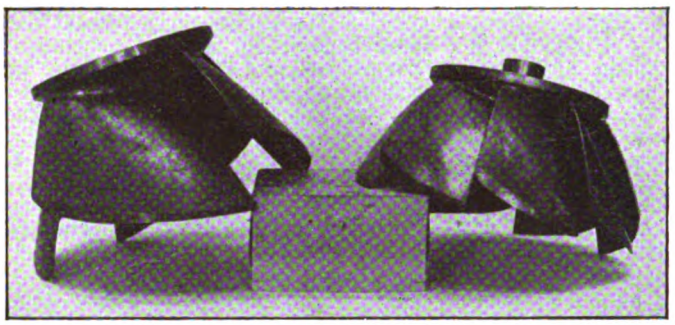


Abb. 5. Lawaczeck-Modellräder.

außerdem werden zu je 17 Punkten einer Turbinenkammer, u. z. verteilt auf den Einlauf, die Spirale, Saugrohranfang und -Ende, Rohrleitungen beim Bau mit einbetoniert, welche zu einer gemeinsamen Piezometertafel führen und die Prüfung der Druckverhältnisse an allen interessanten Stellen im Betriebszustand gestatten.

Sowohl in der Technischen Hochschule in Stockholm wie auch in einer eigenen bei Lilla Edet errichteten Versuchsstation der Königl. Wasserfallverwaltung mit zirka 4 m Gefälle nach Abb. 6, welche den Einbau von Leistungen bis etwa 70 PS erlaubte, wurden eingehende Bremsungen mit Laufrädern selbst sowie Vergleichsversuche über den Einfluß verschiedener Einbauarten unter Verwendung einer Anzahl von Zulauf- und Saugrohrmodellen vorgenommen, wobei auch das White- und Moody-Saugrohr zur Verwendung kam u. z. mit keinem greifbaren Erfolg. Geprobt wurden drei Kaplanräder (950 mm Durchmesser) und mehrere Lawaczeckräder, außerdem wurden eingehende Ermittelungen über die Geschwindigkeitsverteilung in den Zulauf- und Saugrohrquerschnitten und über den Achsialschub vorgenommen. Die Wassermessung in der Versuchsstation bei Lilla Edet konnte sowohl mit Rehbockschem Ueberfall wie mit Meßschirm und elektrischer Zeitmessung desselben (8 m Meßweg) vorgenommen werden, die Bremsung erfolgte durch einen holzbelegten Bremszaum mit Innenkühlung der Scheibe, die Drehzahlmessung mit Tachometer und Umdrehungszähler.

Es ist hier nicht möglich, alle Einzelheiten sowohl des Kraftwerkes wie der wertvollen Versuchsergebnisse darzustellen, die in solchem Ausmaß wohl noch für kein geplantes bzw. in Bau befindliches Werk ausgeführt wurden. Man wird den Abnahmeprüfungen und Betriebsergebnissen mit Rücksicht auf die erstmalige Gegenüberstellung zweier neuer, in solcher Größe noch nicht vorliegender Turbinenarten unter sich und gegenüber der Francisturbine ähnlicher Größen mit Interesse entgegensehen. Rdl.

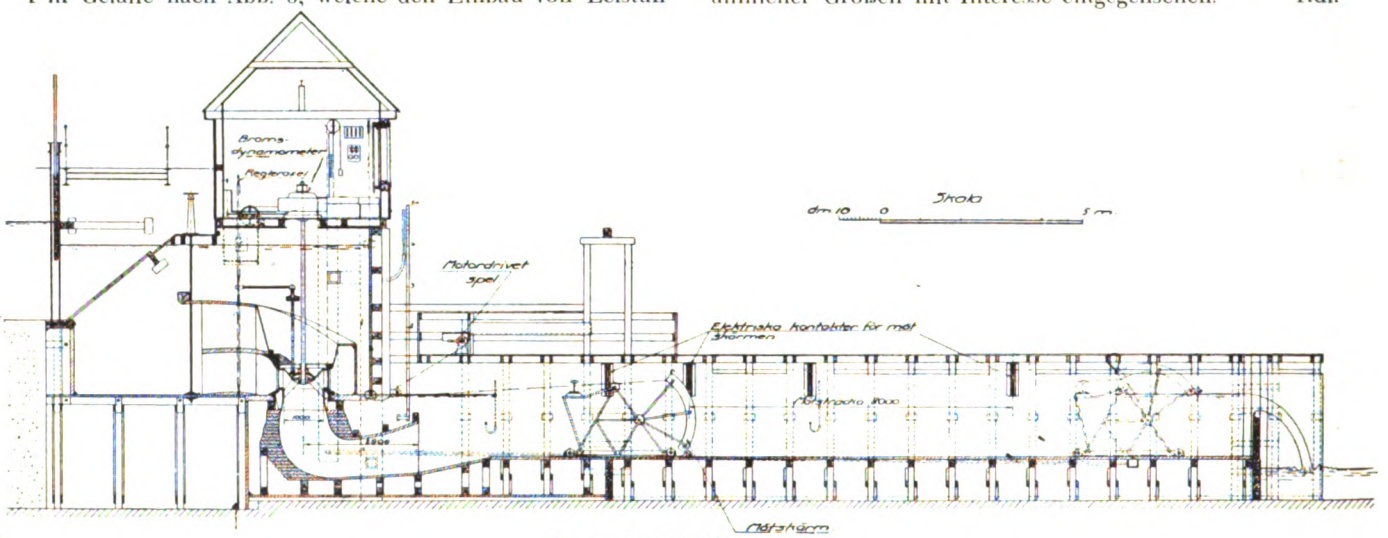


Abb. 6. Prüfstation bei Lilla Edet.

Rundschau

Der elektrische Bahnbetrieb der kgl. ung. Staatsbahn. Die ungarischen Staatsbahnen verwenden mit Rücksicht auf das verhältnismäßig beschränkte Gebiet, welches eine einheitliche Versorgung des Ueberlandbedarfes und des Bahnbedarfes ohne eigene Bahnkraftwerke wünschenswert macht, ein neues System von Generaldirektor Dr.-Ing. Karl von Kando, wobei die Fahrleitung mit Einphasenstrom von 50 Perioden gespeist wird. Die einzelnen Fahrleitungsabschnitte sind auf die Phasen des Drehstromnetzes möglichst gleichmäßig verteilt. Die Lokomotive besitzt Drehstrom-Vorlegemotoren, welche über einen Phasenumformer gespeist werden. Der Phasenumformer, eine turbogeneratorähnliche Maschine mit zwei unabhängigen Wicklungen auf dem Ständer, nimmt als Synchronmotor 15 000 Volt 50 Perioden Einphasenstrom auf und gibt über die Sekundärwicklung niedrig gespannten Drehstrom ab. Der Kurzschlußstrom der Einphasenseite ist geringer als der Vollaststrom, so daß ein Außertrittfallen oder Anschalten ohne Synchronisierung nicht nachteilig ist. Die Phasenverschiebung auf der Primärseite kann beliebig, auch etwas voreilend, gehalten werden. Die auf der Probestrecke von 40,6 km Gleislänge in Betrieb befindliche, von der ungarischen staatl. Maschinenfabrik und der Ganz'schen Elektrizitäts-A.-G. ausgeführte Probelokomotive O-E-O von 80 t Dienstgewicht, 2700 PS Stundenleistung und vier normalen Geschwindigkeitsstufen von 25 bis 66,6 km/h befriedigt vollständig, obwohl der Strom zunächst von einer Phase des verhältnismäßig kleinen Kraftwerkes der Hauptwerkstatt Istvántelek der Staatsbahn (zwei Turbogeneratoren von je 3500 kVA) abgenommen wird; die Belastungsstöße bis 1200 kW mit cos $\varphi = 1$ bis 0,95 voreilend, werden im Kraftwerk und Netz nicht nachteilig bemerkt. (Von Verebely, ETZ 1924, H. 28, S. 751.) (W. 162) Rdl.

Ausnutzung der Wasserkräfte der Düna und Bau einer elektrischen Kraftstation. Zuverlässigen Zeitungsnachrichten zufolge ist in Riga die Aktiengesellschaft „Strawa" (d. h. „Strom") gegründet worden, die sich die Ausbeutung der Wasserkräfte der Düna und die Errichtung einer elektrischen Kraftstation auf Dahlenhom zum Ziele gesetzt hat. Die Satzungen der Gesellschaft liegen zurzeit dem lettländischen Finanzministerium zur Bestätigung vor. Das Grundkapital beträgt nur 100 000 Lats und steht mit den hoch-

Digitized by Google

gespannten Zielen der Gesellschaft in keinem Verhältnis. Gleich nach Bestätigung der Satzungen sollen wegen Gewährung der für den Betrieb erforderlichen Konzession mit der lettländischen Regierung Verhandlungen aufgenommen werden und nach Erlangung der Konzession soll das Grundkapital der Gesellschaft durch Eintritt englischer, amerikanischer und zum Teil auch belgischer Kapitalisten bedeutend erweitert und mit den Vorarbeiten begonnen werden. Für die Betriebstätigkeit der Gesellschaft sind drei Wege vorgesehen: 1. Ausbau und Nutzung der Kraftstation durch die Gesellschaft; 2. Ausbau der Station und Ablieferung an die Regierung; 3. Ausbau der Station und Nutzung gemeinsam mit der Regierung. (W. 163)

„Exposition Internationale de la Houille Blanche et du Tourisme" in Grenoble 1925. Vom Mai bis Oktober 1925 findet in Grenoble eine internationale Ausstellung unter diesem Titel statt, auf welcher u. a. die Erzeugung und Verteilung elektrischer Arbeit, sowie alle dazu dienenden Einrichtungen gezeigt werden sollen. (W. 164)

Das neue Kraftwerk an der Saar. Die Gesellschaft „Kraftversorgung der südlichen Rheinprovinz" hat zur billigeren Erzeugung von elektrischem Strom beschlossen, bei Serrig an der Saar ein Kraftwerk zu errichten. Dieses Kraftwerk soll knapp unterhalb der Serriger Klause entstehen. Durch Stauwehre wird am Werk selbst der Wasserspiegel der Saar um 10 Meter auf etwa 11,7 Meter gehoben. Die bis Saarhölzbach reichende Staulänge beträgt 10,5 Kilometer. Der Flächenspiegel des Stausees umfaßt im ganzen 1,02 Quadratkilometer, sein Inhalt 5 Millionen Kubikmeter. Die Bodenbewegung für die ganze Anlage umfaßt 150 000 cbm Erde, das Mauerwerk 30 000 cbm; 600 Tonnen Eisen werden benötigt. Das Wehr, das die Saar in ihrer ganzen Breite absperrt, erhält zwei Oeffnungen von je 20 Meter Breite. Das Werk nimmt auch Rücksicht auf eine etwa kommende Saar- und Moselkanalisierung, indem zunächst beim Wehr eine Schleuse vorgesehen ist, durch die 300 Tonnen große Saarschiffe geschleust werden können. Diese Schleuse ist 40,80 Meter lang, 6,60 Meter breit und 2 Meter tief. Das Kraftwerk soll zunächst drei Turbinen mit einer Gesamtleistung von 8000 kW erhalten. Die Baukosten für das Kraftwerk nebst Stauwehr, Schleusen, Eisenbahn, Weg usw. und für die Fernleitungen betragen zusammen 8 Mill. Goldmark. Die Bauzeit ist auf 2 bis 2½ Jahre berechnet. (Frankf. Ztg.) (W. 165.)

Die höchstgelegene Wasser-Turbinen-Anlage der Welt besitzt die Kupfermine „Los Bronces De Las Contes" bei Santiago in Chile in einer Meereshöhe von rd. 4200 m. Das Werk liegt in einer Gebirgsgegend mit Erhöhungen bis zu 6500 m und ist nur vom Dezember bis April mit Lastkraftwagen erreichbar, während in der übrigen Zeit Schneelagen bis zu 20 m Höhe vorkommen. Die Anlage wird von einem der dortigen Gebirgsbäche gespeist, die infolge ihres starken Gefälles nie einfrieren, und soll im Laufe der nächsten Jahre auf 900 PS ausgebaut werden. Sie dient zur Erzeugung von Preßluft, sowie elektrischer Kraft bei einer Spannung von 6000 Volt. Die gesamten Leitungsanlagen sind als Kabel unterirdisch verlegt. Die Anlage liegt auch in den Sommermonaten noch innerhalb der etwa bei 3800 m endigenden Schneegrenze. Die heute einstweilen aufgestellten Spiralturbinen mit 300 PS sind ebenso wie die elektrische Einrichtung deutsches Fabrikat. (W. 156.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftmaschinen. Versuche an einer 1000 PS. Peltonturbine im E. W. Schwanden. — Von Prof. Ostertag. Schweiz. Technikerztg. 1924, H. 26, S. 307 bis 310, m. 4 Abb. (Beschreibung und Versuchsergebnisse einer Peltonturbine von Bell für 1000 PS unter 335 m mit über 80% Wirkungsgrad bis zu 160 PS und max. 88,5%).

— Neuere Wasserturbinenanlagen in Japan. Von Obering. Moser. — Schweiz. Bauztg. 1924, Bd. 83, Nr. 19, S. 224—226, m. 4 Abb. (Beschreibung der vertikalen Spiralturbinen von Nr. 1 PS der Anlage Yomikaki mit Prasilsaugrohren, Tabelle großer für Japan gelieferter Anlagen von E. W. C. mit zusammen rd. 430 000 PS).

— Experimentelle Untersuchung der Wasserströme durch ein rotierendes Zellenkreiselrad. Schweizerische Bauzeitung 1924, Bd. 83, Nr. 20, S. 231—234 m. 13 Abb. (Untersuchung der Strömung vermittels gefärbter Wasserfäden, photographische und kinematographische Aufnahmen der Relativ- bzw. Absolutströmung in einem Pumpenrad. Beschreibung der Versuchseinrichtung, die Photographien wurden auf natürliche Größe vergrößert. Uebereinstimmung der experimentell festgestellten Drehzahl des „stoßlosen" Eintrittes mit der Stromfadentheorie.

— Hydrodynamische Zeitkurven. Von Prof. Dr. Prasil. Schweizerische Bauzeitung 1924, Bd. 83, Nr. 24, S. 277—278 m. 7 Abb. (Kinematographische Aufnahmen der Strömung durch tropfenweise Einführung von Farbflüssigkeit vor das Leitrad und in das Saugrohr. Veranschaulichung der Ablösungserscheinungen in Saugrohren).

— Ein neuer Hochwasserejektor. Von Ing. Schönbach. Der Süddeutsche Müller 1924, H. 25, S. 244—245 mit 2 Abb. (Beschreibung eines Hochwasserejektors für Vertikalturbinen mit Tauchdecke und Regulierklappen zur Einstellung der Saugwassermenge).

— Die Michell-Durchström-Turbine. Von Ing. Oßberger. Der Süddeutsche Müller, 1924, H. 25, S. 246 bis 247 mit 3 Abb. (Kurze Beschreibung der — der Bankiturbine ähnlichen — australischen Freistrahlturbine mit Durchströmung durch das Radinnere und doppelter Beaufschlagung).

Wasserkraftanlagen. Das Elektrizitätswerk Küblis der A.-G. Bündner Kraftwerke, Chur. Schweizerische Wasserwirtschaft 1924, H. 5, Seite 85—88 m. 4 Abb. (Kurze Beschreibung der 55 000 PS. Anlage).

— Elektrizitätswerk Klosters der A.-G. Bündner Kraftwerke, Chur. Schweizerische Wasserwirtschaft 1924, H. 5, S. 88—89. (Hauptdaten der max. 30 000 PS Anlage).

— Elektrizitätswerk Undervelier-Bassecourt der Gesellschaft der L. von Roll'schen Eisenwerke, Gerlafingen. Schweizerische Wasserwirtschaft 1924, H. 5, S. 89—91 m. 2 Abb. (Hauptdaten der 1330 PS Anlage).

Buchbesprechungen

Karte der Verbindungsleitungen der schweizerischen Elektrizitätswerke. Ausgabe Ende 1923, herausgegeben vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband, Zürich, erstellt nach Angaben des eidgen. Starkstrom-Inspektorats und der Werke, Maßstab 1 : 200 000; Verlag des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, Zürich; Preis unaufgezogen Gold-M. 30,—.

Die vorzüglich ausgestattete Karte, welche auf einem durchsichtigen orographischen Untergrund in Reliefmanier

ADRESSEN
aller Branchen aus Deutschland u. Ausland
Adressen-Verlag
„Bavaria"
München
Fürstenfelderstraße 13
Telefon 23184
Größter Adressen-Verlag Süddeutschlands * Eigene Buch- und Reklame-Druckerei

Digitized by Google

das gesamte schweizerische Fernleitungsnetz enthält, bietet eine prächtige Uebersicht über den hohen Stand, welchen die einheitliche Landesversorgung und die Kupplung der verschiedenartigen Werke dort erreicht hat. Die verschiedenfarbig ausgeführten Leitungen enthalten neben der Angabe der Werke, in deren Besitz sie sich befinden, auch die Angaben über Spannung, Querschnitt und Leitermaterial. Naturgemäß finden nur die Hauptleitungen Berücksichtigung, die einzelnen Mittel- und Niederspannungsverteilungen sind der Bestimmung der Karte entsprechend fortgelassen. Eine ausführliche Tabelle gibt die hauptsächlichsten Daten der 271 bedeutender schweizerischen Wasserkraftwerke alphabetisch geordnet und zwar Gefälle, Speicherraum, Leistung, Jahreserzeugung (wirkliche und mögliche und Höchstleistung) an.

Das Kartenwerk ist über die Grenzen der Schweiz hinaus von hohem Interesse für jeden, der sich mit wirtschaftlichen Fragen im allgemeinen befaßt. Rdl. (W. 153.)

Geschäftliches

Die Kärntner Wasserkraftwerke. Die Kärntner Wasserkraftwerke A.-G. schreibt uns hierzu (vgl. H. 11, S. 191, unserer Zeitschrift):

Der Artikel stammt offenbar von einem früheren Mitgliede des Verwaltungsrates, das im November v. J. aus dem Exekutiv-Komitee ausgeschieden und inzwischen von der Generalversammlung auch aus dem Verwaltungsrate abberufen worden ist.

Die erste Emission hat fünf Monate gedauert, nicht acht. — Das Gros der Einzahlungen erfolgte im September, also am Schlusse der Inflation. — Von Zwangszeichnungen, wie der Artikelschreiber behauptet, war keine Rede. — Es erfolgte nur eine Aufforderung an die Stromabnehmer des Elektrizitätswerkes Klagenfurt, die vollen Erfolg hatte. — Auch an der II. Emission haben sich Land Kärnten, Stadt und Elektrizitätswerk Klagenfurt stark beteiligt und besonders das letztere besitzt nicht „nur einen geringfügigen Teil des Aktienkapitales", sondern ist auch heute noch der bei weitem größte Aktionär der Käwag.

Das Elektrizitätswerk hat mit einem Teil seiner Abnehmer ein Syndikat zu dem Zwecke gebildet, Stimmenzersplitterungen bei den Generalversammlungen zu vermeiden. — Mit der Einführung unserer Aktien an der Börse steht dies in keinem Zusammenhang. — Ebenso wenig dachte und denkt jemand daran, den Vertrag zwischen Käwag und Elektrizitätswerk Klagenfurt und die vereinbarten Strompreise zu ändern. — Eine einseitige Aenderung ist auch gar nicht möglich.

Die im Artikel erwähnten 300 000 Stück Aktien bilden unser Börseneinführungspaket, welches das Elektrizitätswerk unter normaler Verrechnung im Buchungswege, jedoch mit der Verpflichtung übernommen hat, uns gegebenenfalls dies Paket wieder zurückzustellen. — Im Sinne des Aktienregulativs wurde hiefür auch von zwei Klagenfurter Banken die Bankgarantie beschafft. — Dieses Paket wurde auf ein eigenes Konto mit 24. I. 1924 gebucht. — Damals war schon alles für die Einführung an der Börse vorbereitet und wenn nicht der verhängnisvolle Börsenkrach und allgemeine Aktienkurssturz gekommen wäre, so wäre die Kotierung zu einem vorteilhaften Anfangskurse glatt erfolgt. — So mußte sie natürlich verschoben werden. — Wir haben dadurch keinen Verlust erlitten, wie der Artikelschreiber behauptet, und werden dies auch in Zukunft nicht, weil wir zur Einführung einen wirklich günstigen Zeitpunkt abwarten können. — Die im Artikel erwähnte Zeichnung auf 200 000 Stück wurde abgewiesen, weil keine Aktien mehr zu vergeben waren.

Einer der beiden Revisoren hat infolge mißverständlicher Auffassung seiner Befugnisse seine Stelle niedergelegt. — Die hierüber in der Generalversammlung vom 16. Juni d. J. vom Präsidenten, Landesregierungs-Vizepräsident i. R. Hofrat Possanner-Ehrenthal gegebene Aufklärung wurde von der Versammlung zustimmend zur Kenntnis genommen. (W. 158.)

Zuschriften.

Banki-Turbine und Sonneks Durchström-Turbine Die Schrift „Theorie der Durchströmturbine" von Ing. Erwin Sonnek ist auf Seite 214/5, Heft 12 vom 15. VI. 24 der „Wasserkraft" besprochen. Durch ein Versehen hat der Berichterstatter in den letzten acht Zeilen seines Referates auf „Bemerkungen" des Banki-Konzernes hingewiesen, die ihm zugänglich gemacht, die aber nicht für die Oeffentlichkeit bestimmt waren. Dagegen ist inzwischen ein Nachtragsblatt des Verfassers Sonnek selbst, betitelt „Ergänzende Bemerkungen" März 1924, erschienen, in denen der Verfasser bestätigt: daß alle seine Konstruktionen unter die Banki-Patente fallen; daß Vieles in dem Büchelchen, weil schon im Jahre 1921 geschrieben, veraltet ist; und daß hinsichtlich des Wirkungsgrades gewisse Ergänzungen zu machen sind. — Dieses Nachtragsblatt kann vom Verlag nachbezogen werden und wird seit Erscheinen jeder neu verkauften Schrift gleich mit beigelegt. Damit ist den Ansprüchen des Banki-Konzernes, von dem demnächst ein anderer Herr selbst ein Buch über die Banki-Turbine herausgeben wird, vorerst Genüge geschehen. Dr. Serini.

(Wir geben der Einsendung von Herrn Dr. Serini selbstverständlich gerne Raum, dürfen aber bemerken, daß es sich nicht um ein „Versehen" unsererseits bzw. des Berichterstatters handelt. Die in den letzten acht Zeilen der Besprechung des angezogenen Buches erwähnten Bemerkungen sind der Schriftleitung am 10. Mai d. J. gleichzeitig mit einem Brief des Herrn Dr. Serini zugegangen, worin er ersucht, auch diese „Bemerkungen" bei dem Referat über die Schrift Sonnecks zu berücksichtigen. (W. 150.) Die Schriftleitung.)

Haben Sie elektrische

Überschußenergie?

Brauchen Sie

Dampf?

so verlangen Sie unsere Druckschriften über

Elektro-Dampf-Kessel

für Hoch- und Niederspannung; System Penzold, D.R.P.

Langjährige Betriebserfahrung. — Beste Referenzen.

Industrielle Elektro-Beheizungen
Elektrische Zugheizungen
Klein-Apparate

Bayr. Widerstand A.G.
München NW. 7.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 16 | **München, 15. August 1924** | **19. Jahrgang**

Das Umspannwerk München und die Zentralverteilungsstelle der Bayernwerk A.-G.

Im Anschluß an die ausführliche Beschreibung des Walchenseewerkes in Heft 10 unserer Zeitschrift[1]) wird eine kurze Beschreibung des Umspannwerkes Karlsfeld b. München und der Zentralverteilungsstelle des Bayernwerkes interessieren, als derjenigen Stelle, von welcher aus der Gesamtbetrieb des Energieausgleiches zwischen Wasser- und Wärmekraft in Bayern einheitlich geregelt wird. Durch das Entgegenkommen der Bayernwerk A.-G. hatten wir Gelegenheit, die Anlagen unter eingehender Führung besichtigen zu können.

Von unseren Großwasserkräften Walchenseewerk und der im Laufe dieses Jahres noch den Betrieb aufnehmenden Mittleren Isar aus umspannt eine gemeinsame Ringleitung für 110 000 Volt Spannung nach Abbildung 1 ganz Bayern und speist von den Umspannwerken aus die einzelnen Großkraftwerke und Ueberlandnetze oder nimmt bei Bedarf Energie von denselben auf im Austausch mit

Abb. 1. Leitungsnetz des Bayernwerkes.

anderen Kraftwerken, sodaß jeweils in erster Linie die verfügbaren Wasserkräfte und billigen Braunkohlenkraftwerke (Dettingen und Arzberg), sodann das Speicherbecken des Walchenseewerkes und in letzter Linie erst die übrigen Dampfwerke nach Bedarf herangezogen werden. Demnach zerfällt die Gesamteinrichtung in die einzelnen Umspannwerke zur Herabsetzung der Spannung von 110 000 Volt

[1]) Sonderdrucke hiervon, 39 Seiten Text mit 66 Abbildungen und 5 Tafeln bei der Rich. Pflaum Verlag A.G. zum Preise von Mk. 1.50 erhältlich.

Digitized by Google

auf die in den Abnahmegebieten schon vorhanden gewesenen Spannungen, welche nebst den zugehörigen umfangreichen Schalt- und Regeleinrichtungen zusammen mit den Transformatorenanlagen den einen Teil der Gesamtanlage bilden, deren anderer Teil, sozusagen das Gehirn der Gesamteinrichtung, in der Zentralverteilungsstelle liegt, welche ihren Sitz in möglichster Nähe der Hauptverwaltung des Bayernwerkes und aus Gründen der Betriebsvereinfachung mit dem Umspannwerk München räumlich vereinigt hat. Das Umspannwerk Karlsfeld, seinem baulichen Umfang nach das zweitgrößte des Bayernwerkes, liegt (Abb. 2) unmittelbar an der Bahnlinie München—Ingolstadt bei der Haltstelle Karlsfeld und bedeckt einen Flächenraum von zirka 3330 qm. Die Gebäudeanlage besteht aus einem Hochspannungsschalthaus von 73 m Länge und rund 14 m Breite, in welches auf der südlichen Seite die zunächst zwei, später 4 vom Walchenseekraftwerk ankommenden 110 000 Volt-Leitungen eingeführt sind. Die Leitungen verlaufen über mächtige Dreikesselölschalter und die nötigen Trennschalter zu einem Doppelsammelschienensystem, von hier aus gehen die zwei, Bayern östlich und westlich umgreifenden Ringhälften zunächst nach Landshut bzw. Meitingen auseinander. Diese abgehenden Leitungen sind ebenfalls wieder über Schalt- und Meßeinrichtungen geführt. Das Schalthaus ist ähnlich jenem des Walchenseewerkes (Heft 10, Seite 157, bzw. Sonderdruck Seite 33) mit einem Bedienungsgang im Erdgeschoß ausgeführt, der die Schalterantriebe und die Selektivschutzeinrichtungen enthält und zu dessen beiden Seiten durch große Tore ins Freie mündend, die Oelschalter aufgestellt sind. Das Obergeschoß nimmt die Sammelschienen und Trennschalter auf, vom Bedienungsgang aus in der Höhe

BAYERNWERK AKTIENGESELLSCHAFT

Umspannwerk München

mit den zu-u. abgehenden Leitungen.

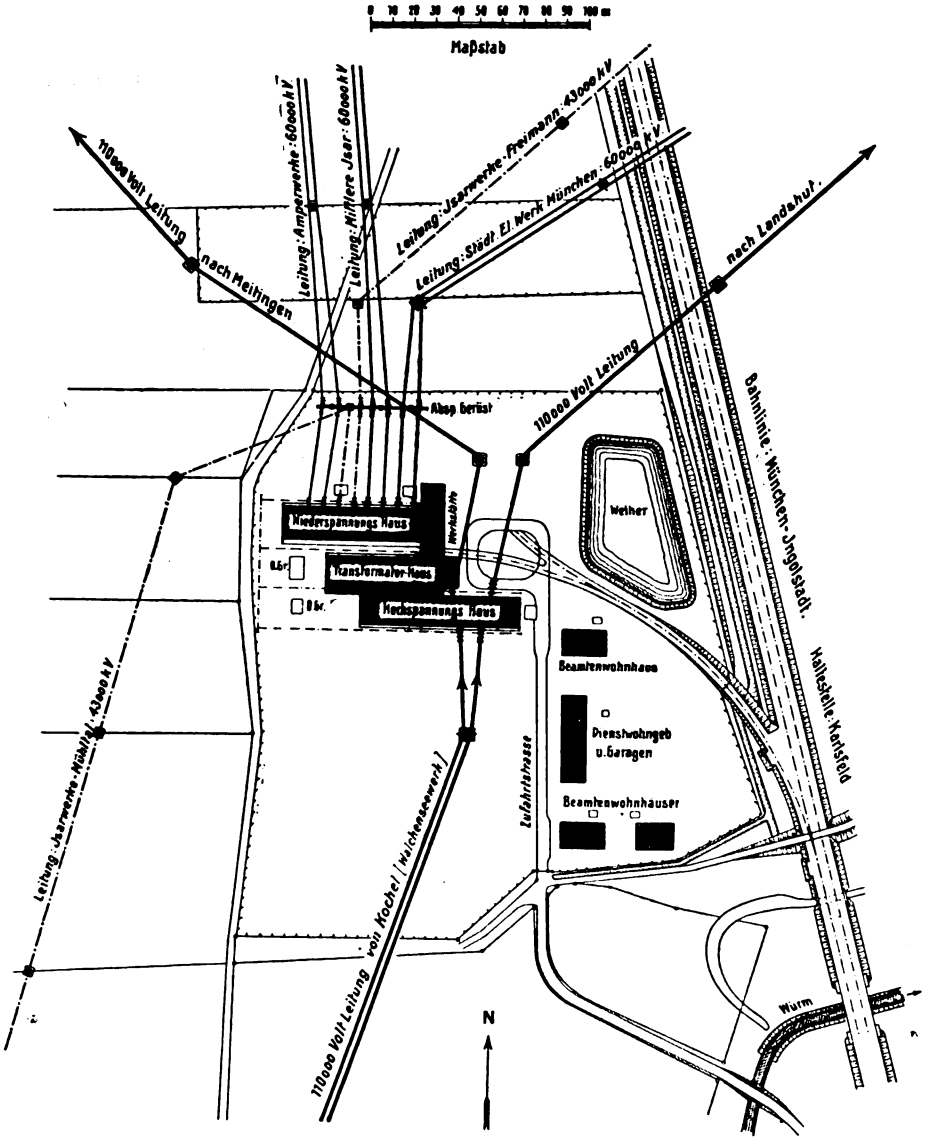


Abb. 2. Umspannwerk bei Karlsfeld.

Digitized by Google

sichtbar. Von den 110 000 Volt-Schienen gehen außerdem die Verbindungsleitungen über die nötigen Apparate zu im vollen Ausbau drei Oeltransformatoren von je 16 000 kVA Leistung zur Herabsetzung der Spannung auf 60 000 Volt (oder bedarfsweise umgekehrt Hinaufsetzung von 60 000 auf 110 000 Volt) ab, woran die städtischen Elektrizitätswerke München, die Amperwerke und das eine Ende der Sammelleitung der Mittleren Isar (deren anderes Ende in das Umspannwerk Landshut einmündet) angeschlossen sind. Ein weiterer Transformator von 6000 kVA Leistung setzt die Spannung von 60 000 Volt auf 43 000 Volt um, zum Zusammenschluß mit dem Netz der Isarwerke. Es ist damit die Möglichkeit geboten, ganz nach Bedarf jede der angeschlossenen Anlagen mit Energie zu ver-

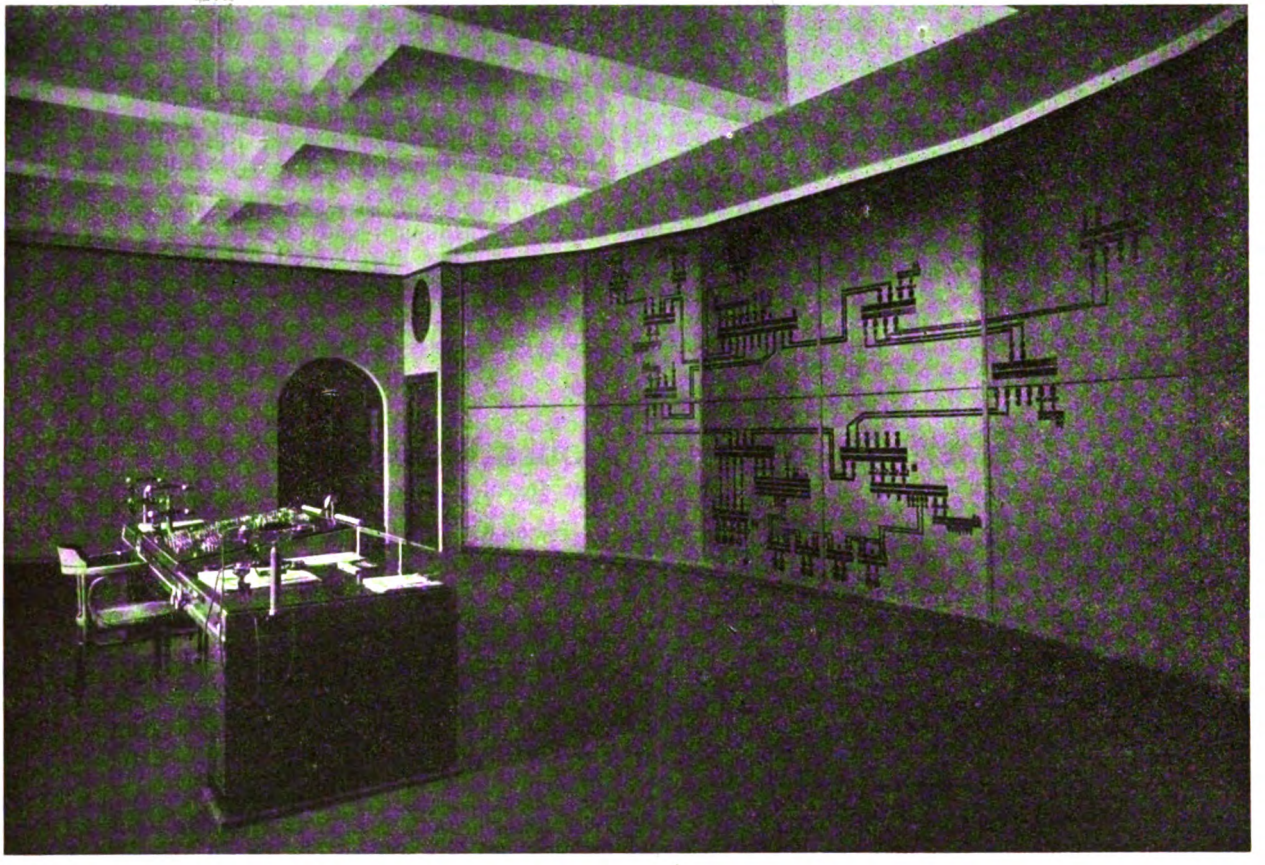


Abb. 3. Zentralverteilungsstelle des Bayernwerkes in Karlsfeld.

sorgen oder von einem der angeschlossenen Werke Energie in das Netz des Bayernwerkes mit 110 000 Volt oder eines der anderen Werke überzuführen. Die Transformatoren sind in dem an das Hochspannungshaus angebauten 43 m langen und 17,5 m breiten Transformatorenhaus in einzelnen Zellen untergebracht. An das Transformatorenhaus schließt sich ein Werkstättenbau von 23,6 × 10,3 m mit einem 60 t Laufkran an. Vermittels einer Schiebebühne können die Transformatoren aus jeder Zelle unter den Kran gebracht werden. Die Werkstätte dient auch zur Bearbeitung von Transformatoren, die etwa aus anderen Umspannwerken hierher kommen. Die Werkstätte ist mit allen nötigen Einrichtungen, Oelkocheinrichtung, Oelfiltern usw., zur Behandlung des etwa 30 t Oel pro Transformator betragenden Inhalts ausgerüstet. Durch einen schmalen überdachten Durchgang, in welchem der Plattformwagen läuft; vom Transformatorenhaus getrennt, liegt das 63,3 m lange und 14,7 m breite Niederspannungsschalthaus, von welchem die abgehenden Verbindungsleitungen von 60 000 bzw. 43 000 Volt ausmünden. Ein Anbau enthält neben einer kleinen eigenen Anlage für Gleichstrom (für den eigenen Bedarf an Drehstrom dienen zwei Stations-Transformatoren von je 400 kVA, Leistung 60 000/380/220 Volt) im ersten Stockwerk den Bedienungsraum für das Umspannwerk. Im Bogen um den Schreibtisch des Betriebsführers, der auf dem angebauten Pult die hauptsächlichsten Meßinstrumente für die ankommenden und abgehenden Leitungen enthält, sind auf einer Schaltwand alle Betätigungs- und Meßeinrichtungen zur Ueberwachung und Ausführung sämtlicher Schaltungen, zum Parallelschalten der einzelnen Leitungen untereinander und zu einer sinnreichen Temperatur- und Gefahrmeldeanlage für alle Transformatoren, Oelschalter usw. enthalten. Eine rückseitige Tafel nimmt die zur gegenseitigen Stromverrechnung über das Bayernwerk zwischen den einzelnen Anschlüssen erforderlichen Registrier-Instrumente für Spannung, Leistung, Blindleistung und Spitzenleistung auf.

Diese Energieaustauschstelle für das ganze südöstliche Bayern ist an Leistung die größte im Bayernwerk, an räumlichen Ausmessungen wird sie vom Umspannwerk Landshut nur aus dem Grunde übertroffen, weil dort infolge der Verschiedenheit der Spannungen der zu speisenden Anschlußnetze umfangreiche Mittel-Spannungsanlagen notwendig waren.

Die Zentralverteilungsstelle im 2. Stockwerk steht mit dem Betrieb des Umspannwerkes München in keinem unmittelbaren Zusammenhang. Die Verteilungsstelle ist auch nicht in der Lage, selbst irgend einen Schalter zu betätigen. Von hier aus werden vielmehr für alle an das Bayernwerk angeschlossenen Anlagen teils durch eigene Telephonleitungen, zur Reserve auch über das staatliche Telephon und nach dem Walchenseewerk vermittels leitungsgerichteter Hochfrequenz-Telephonie, die Befehle zur Betätigung jedes einzelnen Schalters übermittelt, so daß sowohl im normalen Betrieb der Energieaustausch wie auch in Störungsfällen die nötigen Schaltungen zur Auf-

Digitized by Google

findung und Eingrenzung der Fehlerstelle und zur möglichst raschen Versorgung der gestörten Gebiete von anderen Stellen her einheitlich verfügt werden und überwacht werden können.

Der betriebsleitende Ingenieur hat seinen Platz mit allen nötigen Fernsprecheinrichtungen vor einem die ganze Rückwand des Raumes einnehmenden Schaltbild der Gesamtanlage des Bayernwerkes mit allen eigenen Umspannwerken und den angeschlossenen Kraftanlagen, nach Abbildung 3, auf welchem alle Leitungen mit den Spannungen entsprechenden verschiedenen farbigen Gläsern, von rückwärts beleuchtet unterlegt sind. Ebenso sind alle auf das Gesamtnetz arbeitenden Generatoren, Transformatoren, Oelschalter und Trennschalter, Sammelschienen, Phasenschieber und sonstige Einrichtungen schaltbildweise durch verschiedenfarbige Lämpchen dargestellt. Das ganze Schaltbild für die Energieversorgung Bayerns ist also als Transparent vor den Augen des Betriebsleiters. Auf einem großen Tisch vor ihm wiederholt sich genau das gleiche Schaltbild, nur sind dort die sämtlichen Schalter durch ungefähr 1000 Druckknöpfchen mit den entsprechenden Aufschriften dargestellt. Die Nummern der einzelnen Schalter entsprechen den in den einzelnen Kraft- und Umspannwerken bei den Schaltern angebrachten Nummern, so daß zur Befehlsübermittlung nur die Nummer des zu betätigenden Schalters und die Betätigungsart telephonisch diktiert zu werden braucht. Bei jedem vorkommenden Schaltmanöver gibt der Betriebsleiter dem betreffenden Schaltmeister oder Werk telephonisch die vorzunehmende Schaltmanipulationen an. Nach deren Durchführung wird dieselbe telephonisch rückgemeldet und der Betriebsleiter notiert sazusagen durch Druck auf den betreffenden Druckknopf seines Tableaus die vollzogene Betätigung, wodurch auf dem Transparent das betreffende Lämpchen, das den zugehörigen Schalter vorstellt, sowie die betreffende Leitungsstrecke, Sammelschiene oder Maschine, ebenfalls aufleuchtet. Das ganze Transparent stellt also eine in jedem Augenblick dem gegenwärtigen Betriebszustand anzupassende Notiztafel vor. Wird das Herausfallen eines Schalters gemeldet, so bringt der Betriebsleiter durch Auslösen des betreffenden Druckknopfes die zugehörige Signallampe zum Erlöschen. Nur auf diese Weise ist es möglich, einen so komplizierten Betrieb, wie sie eine derartige Landesversorgung mit so vielen angeschlossenen Abnahme- und Zuführungsstellen umfaßt, einheitlich zu leiten, denn hier wäre kein menschliches Gedächtnis mehr in der Lage, den Betrieb zu beherrschen, sind doch in Störungsfällen unter Umständen 20 und 30 verschiedene Schaltungsmanöver in planmäßiger Reihenfolge erforderlich. Für die Beleuchtung der Transparente sind zirka 2000 einzelne Glühlämpchen eingebaut, welche durch die Druckknöpfe betätigt werden. Diese Kommando- und Schaltbildtafel findet auch bei keinem der größten amerikanischen Kraftwerke ein Gegenstück hinsichtlich ihres Umfanges und der einfachen und praktischen Veranschaulichung jedes Betriebszustandes.

Es ist interessant, zu sehen, welche umfangreichen Hilfsmittel, Einrichtungen und Organisationen notwendig sind, um die Energie der Wasserkraft im besten und wirtschaftlichstem Maße zur Ausnutzung und zur Verteilung zu bringen, und hierfür bietet das Bayernwerk und nicht zuletzt die beschriebene Zentralverteilungsstelle ein wohl einzig dastehendes Beispiel. (W. 180.)

Wassermessungen bei großen Wassermengen

Von Hallgrim Thoresen, Beratender Ingenieur, Kristiania, Norwegen.

Die Messung großer Wassermengen bei örtlichen Turbinenbremsungen ist immer ein schwieriges Problem gewesen. Messungen mittels Ueberfalls und des Woltmannschen Flügels gelten für diesen Zweck als verwendbar, aber selbst diese Methoden werden oft als unsicher angesehen. Die Schirmmessung, die als sehr genau erachtet wird, kann bei örtlichen Turbinenbremsungen selten verwendet werden. Die Flügelmessung ist gewöhnlich das bequemste und billigste Meßverfahren und wird deshalb viel verwendet, selbst wo eine große Genauigkeit gefordert wird.

Während der letzten Jahre sind in Norwegen viele Wassermessungen mittels Flügels gemacht worden, bei welchen es auf große Genauigkeit ankam und man hat für diese Messungen teilweise neue Methoden für die Durchführung derselben ausgearbeitet. Diese Methoden erzielen erstens eine möglichst große Genauigkeit und zweitens eine rasche Durchführung der Messungen

Die Messung der Wassergeschwindigkeit in bestimmten Punkten mittels des Woltmannschen Flügels kann an sich sehr genau ausgeführt werden, wenn die allgemein bekannten Anforderungen an Ausführung und Behandlung solcher Instrumente berücksichtigt werden. Unsicherheiten der Messungen können dann nicht auf das Instrument selbst zurückgeführt werden, sondern müssen von Unstetigkeit der Wasserströmung und von Unsicherheiten der Meßpunktbestimmung herrühren. Um eine zuverlässige Messung zu erreichen muß deshalb eine stetige Wasserströmung gesichert und ferner eine zuverlässige Fassung des Flügels angeordnet werden, letzteres, um den Flügel leicht und sicher in den gewählten Meßpunkten stellen zu können.

Die am meisten ausgeführten Flügelmessungen können in zwei verschiedene Hauptgruppen geteilt werden:

1. Messungen in geschlossenen, zylindrischen Leitungen.
2. Messungen in Gerinnen oder Kanälen.

Die Meßverfahren in diesen zwei Fällen müssen nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgeführt werden und sollen deshalb unabhängig von einander besprochen werden.

1. Messungen in geschlossenen, zylindrischen Leitungen.

Wie in der Einleitung erwähnt, ist es für jede Wassermessung notwendig, eine stetige Wasserströmung zu sichern. — In geschlossenen, zylindrischen Leitungen strömt das Wasser zwangsläufig unter Druck und gewöhnlich mit großer Geschwindigkeit. — Wenn die Rohrwände der ganzen Rohrstrecke genügend steif sind und das Wasserauslaßorgan während der Meßperiode unveränderlich gehalten wird, kann man gewöhnlich davon ausgehen, daß die Strömung stetig bleibt. Die Stetigkeit der Strömung muß natürlich für jeden Fall studiert werden, und wenn sich Unstetigkeiten zeigen, muß der Grund derselben gesucht und wenn möglich beseitigt werden. Es ist im allgemeinen möglich, eine stetige Strömung bei geschlossenen Röhren zu erreichen.

Wenn das Wasser sich durch ein zylindrisches Rohr mit einer stetigen Strömung bewegt, wird eine bestimmte Geschwindigkeitsverteilung entstehen. Diese Geschwindigkeitsverteilung wird von verschiedenen Faktoren, wie Reibung zwischen Wasser und Rohrwand, Krümmer oder Ventilkörper vor oder unmittelbar nach der Meßstelle, in das Rohr hineinragenden Hindernissen usw. beeinflußt. Solange diese Faktoren ungeändert bleiben, kann man dieselbe Verteilung der Geschwindigkeiten über den Rohrquerschnitt wiederfinden, selbst bei verschiedenen Wassermengen.

Es ist einleuchtend, daß es bei Messungen in geschlossenen Rohren von größter Wichtigkeit ist, genau zu wissen, wo der Flügel zu jeder Zeit steht. Die Geschwindigkeiten in verschiedenen Punkten des Meßquerschnittes sind bekanntlich nicht dieselben und besonders in der Nähe der Rohrwand ändern sie sich sehr rasch mit dem Abstand von der Wand.

Wenn es möglich wäre, genügend viele Punkte des betreffenden Rohrquerschnittes auszumessen, könnte man ein wahres Bild des Geschwindigkeitskörpers aufstellen und

Digitized by Google

davon die Wassermenge pro Zeiteinheit ausrechnen. Zur Vereinfachung versucht man aber solche Faktoren auszuschalten, die einer regelmäßigen Form des Geschwindigkeitskörpers entgegenarbeiten, das heißt, man versucht eine Meßstelle zu finden, wo das Rohr auf einer längeren Strecke geradlinig und von unverändertem Querschnitt ist. Wo eine solche Meßstelle gefunden werden kann, ist es unter Umständen möglich, die Wassermenge einfach durch Messung der Geschwindigkeiten einen Durchmesserschnitt entlang zu bestimmen. Man muß aber in diesem Falle davon ausgehen, daß der Geschwindigkeitskörper einen vollständigen Rotationskörper bildet, was aber sehr selten der Fall ist. — Man muß deshalb gewöhnlich Messungen in mehreren Durchmessern vornehmen. Für diesen Zweck hat Herr Professor G. Sundby (an Norges Tekniske Hiskole, Trondhjem) Flügelfassungen konstruiert, mit denen sehr genaue Messungen in kurzer Zeit ausgeführt werden können. Die ursprüngliche Konstruktion der Fassung, die das erste Mal bei der Kraftanlage Saaheim (Rjukangesellschaft) im Jahre 1916 benutzt wurde, ist in folgender Weise ausgebildet: Der Flügel wird am Ende einer kräftigen Stange befestigt. Der Querschnitt der Stange ist so geformt, daß er dem Wasserstrom wenig Widerstand bietet und gleichzeitig der Stange eine bedeutende Steifigkeit gibt. Die Stange geht an der Rohrwand durch eine Kugel, die in einer dichten Büchse gelagert ist. — Die Stange kann mittels der Kugel in beliebiger Weise gedreht werden, ist aber in einer Bogenführung in solcher Weise gesteuert, daß der Flügel in beliebige Punkte des Meßquerschnittes gebracht werden kann. Die Meßdurchmesser können unabhängig von der Lage der Dichtungskugel gewählt werden.

Vor jeder Messung muß natürlich der Querschnitt sorgfältig nachgemessen werden und jeden Messungsdurchmesser entlang muß eine Latte, an welcher die Meßpunkte eingetragen sind, eingespannt werden. Man kann dann die Flügelspitze in die verschiedenen Punkte einstellen und gleichzeitig die Bogenstellung und Stangenlänge außen ablesen. Die Genauigkeit der Einstellung ist dann sehr leicht zu kontrollieren, indem man vor Entfernung der Meßlatte von außen die Meßpunkte einstellen und dann innen nachkontrollieren kann, ob diese dem Punkte an der Meßlatte entsprechen. Es hat sich gezeigt, daß man bei dieser Anordnung, wenn sie sorgfältig ausgeführt wird, eine sehr genaue Einstellung des Flügels erreichen kann. Die Einstellung des Flügels geschieht rasch und macht es möglich, die Messung in kurzer Zeit durchzuführen.

Da es bei dem oben beschriebenen Meßverfahren möglich ist, beliebig viele Geschwindigkeitspunkte im Meßquerschnitt zu beobachten, kann die Messung außerordentlich genau durchgeführt werden.

Der Vibrationen halber kann diese Anordnung jedoch nicht in sehr großen Rohren bei großer Geschwindigkeit verwendet werden. Verfasser hat mit dieser Anordnung Wassermengen bis zu 10 m³/sec. bei Rohrdurchmessern bis 1500 mm gemessen.

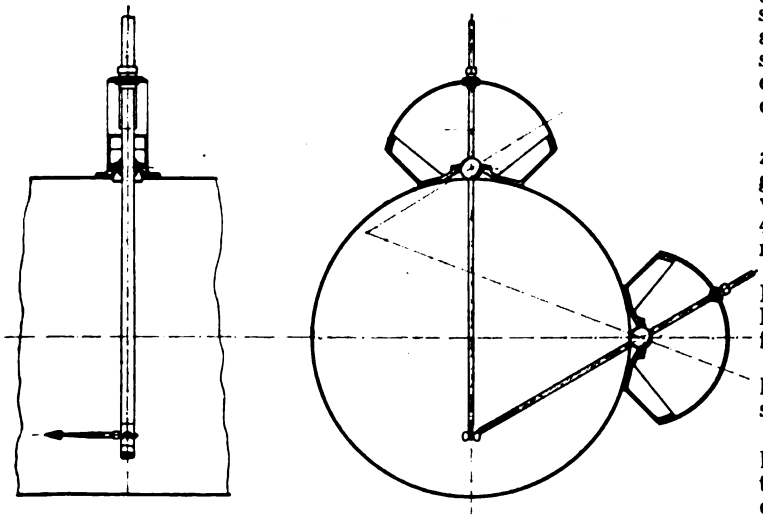


Abb. 1. *Abb. 2.*

Abb. 1 bis 2. Flügelfassung mit zwei drehbaren und verschiebbaren Meßstangen.

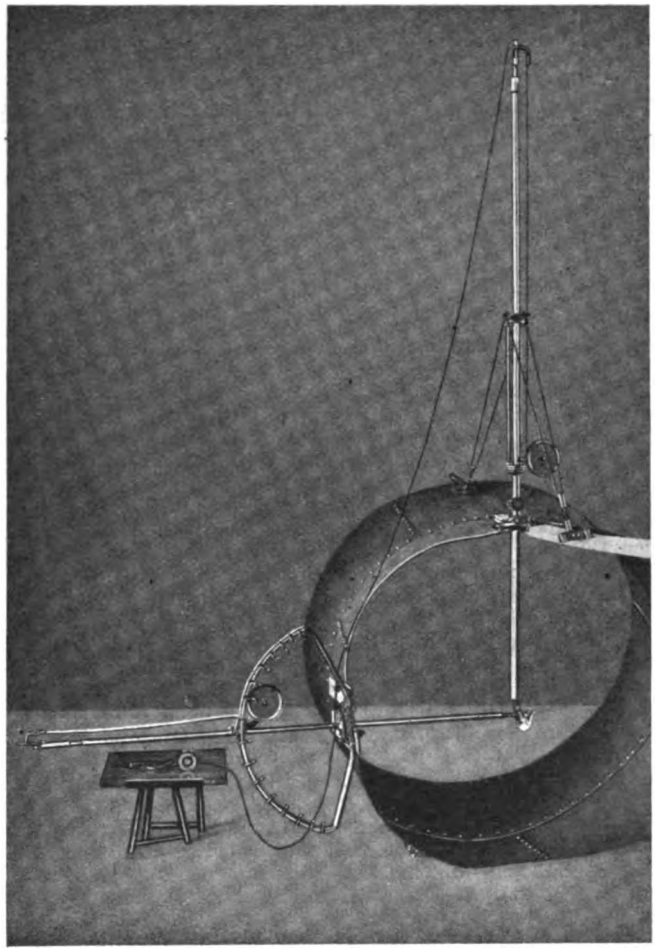


Abb. 3. Neueste Ausführung einer Fassung m.t 2 Meßstangen.

Bei größeren Rohrdurchmessern ist aber eine kräftigere Konstruktion notwendig, wie die in beistehenden Skizzen (Abb. 1 und 2) gezeigte Anordnung. Zwei Meßstangen sind hier eingebaut, die eine drehbar und verschiebbar am Scheitel des Rohres, die andere drehbar und verschiebbar an einer Seite des Rohres. Die beiden Innenenden der Stangen sind durch ein Gelenk verbunden, auf dessen Bolzen der Flügel sitzt.

Diese Befestigung ist sehr stabil und es hat sich gezeigt, daß die Anordnung für große Rohrdurchmesser und große Geschwindigkeiten verwendbar ist. Es kann erwähnt werden, daß die Anordnung ohne Schwierigkeiten bei 4 m Rohrdurchmesser und 43 m³/sec. Wassermenge benutzt worden ist.

Abb. 3 zeigt die neueste Ausführung der Flügelfassung. Nur die eine Stange ist hier mit Bogenführung versehen. Die Stangenlängen werden mittels Stahlbändern, die auf federgespannten Rollen aufgerollt sind, gemessen.

Bei der Ausführung der Stangen und Büchsen kann leicht berücksichtigt werden, daß die zwei Stangen je für sich als Einzelstange verwendet werden können.

Es empfiehlt sich beim Projektieren neuer Anlagen, die Durchführung künftiger Wassermessungen zu berücksichtigen und passende mit Deckeln versehene Oeffnungen für das Einsetzen des Flügels schon bei der Herstellung des Rohres auszuführen. Bei großen Wasserkraftanlagen ist eine rasche Durchführung von Wassermessungen wertvoll,

Digitized by Google

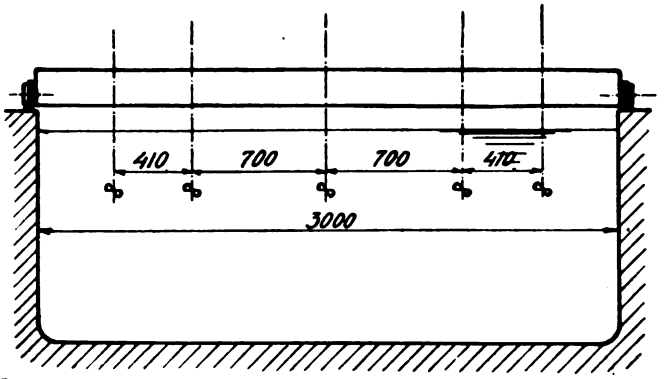


Abb. 4. Aufstellung der Flügel während gleichzeitiger Kontrolle von 5 Stück.

nicht nur bei Abnahmeversuchen, sondern auch für die Betriebsleitung, um untersuchen zu können, ob eine Abnutzung einzelner Maschinenteile den Wirkungsgrad beeinflußt hat.

Die Meßstelle muß natürlich bei mäßigem Wasserdruck gewählt werden. Die Kugelbüchsen lassen sich doch bis zu 30 m Wasserdruck verwenden.

Die Ausrechnung der Messungen geschieht in gewöhnlicher Weise durch Auftragen der Geschwindigkeitskurven der einzelnen Meßdurchmesser und Ausrechnen der Mittelgeschwindigkeit für Punkte, die in denselben Zirkularschnitten liegen. Diese Mittelgeschwindigkeit wird dann über einer Grundlinie aufgetragen, die nach dem Quadrat des Radius der Zirkularschnitte geteilt ist, und die Wassermenge $Q = \pi \int c \cdot dr^2$, wird durch Planimetrierung bestimmt.

Da das Messen der Wassergeschwindigkeit in mehreren Durchmessern schon lange bekannt war, ist die beschriebene Meßmethode in dieser Hinsicht nicht neu, aber die Anordnung gestattet die Wahl beliebiger Zahl und Lage der Meßdurchmesser, wodurch die Form des Geschwindigkeitskörpers an der Meßstelle genau bestimmt werden kann.

Die oben beschriebenen Anordnungen gestatten genaue Flügelmessungen in allen Fällen, wo eine Messung mittels Flügels in einem Rohr überhaupt möglich ist.

2. Messungen in Gerinnen oder Kanälen.

Bei der Bewegung des Wassers in Gerinnen entsteht wie bei den Rohren eine bestimmte Geschwindigkeitsverteilung, die sich bei verschiedenen Wassermengen ungefähr gleichmäßig gestaltet.

Wo das Wasser sich mit freiem Spiegel bewegt, können aber sehr leicht Unregelmäßigkeiten in der Bewegung entstehen. Die Stetigkeit der Bewegungg hängt von der Form des Kanals und von der Geschwindigkeit ab. Ist der Kanal geradlinig und sein Querschnitt konstant, so wird gewöhnlich eine stetige Strömung entstehen, wenn die Geschwindigkeit nicht zu klein ist. Bei norwegischen Wasserkraftanlagen ist der Zuflußkanal öfters in Felsen gesprengt, und der Durchflußquerschnitt und die Rauhigkeit der Wände werden nie konstant sein. Es entsteht deshalb leicht eine unregelmäßige Wasserbewegung. Bekanntlich hat man bei Messungen in derartigen Kanälen und in Flußläufen Flügel verwendet, die Rückströme registrieren können. Man kann aber in dieser Weise nicht mit so großer Genauigkeit messen, wie es bei Wirkungsgradsproben für Wasserturbinen verlangt wird.

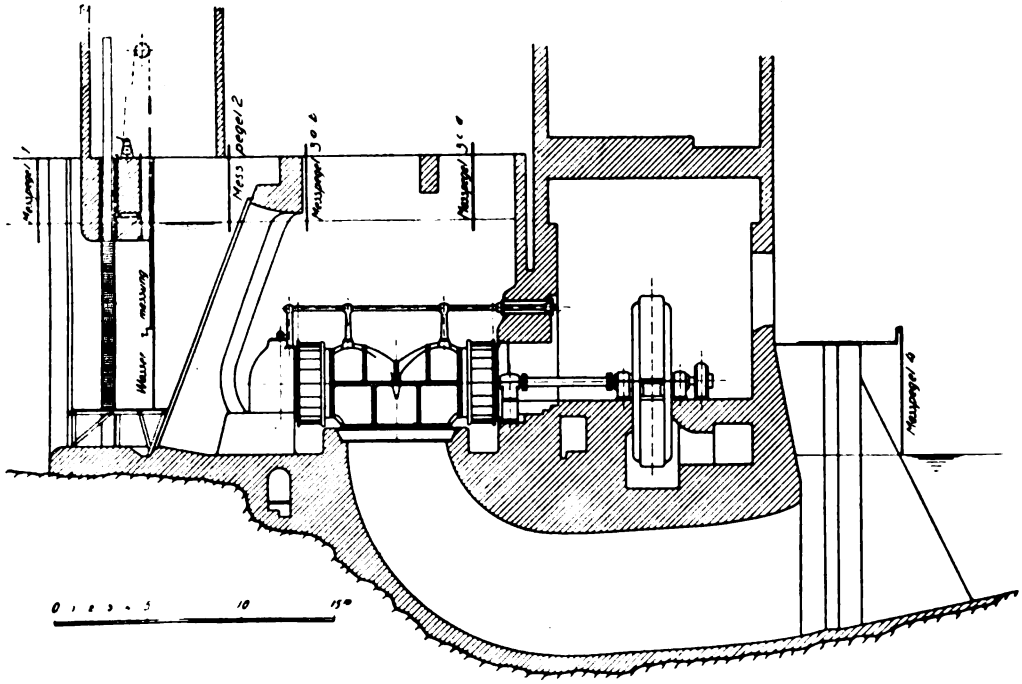
Professor Rosborg in Stockholm, der sich seit längerer Zeit mit der Messung großer Wassermengen beschäftigt hat, ist wahrscheinlich der erste, der in den Wasserlauf mundstückartige Einschnürungen eingebaut und die Messung in der Mündung derselben vorgenommen hat. Die Beschleunigung der Wassergeschwindigkeit durch das Mundstück hat eine gewisse Regelmäßigkeit und Stabilisierung des Wasserstromes zur Folge und macht es möglich, genaue Flügelmessungen vorzunehmen.

Die Durchführung der Flügelmessung in einem offenen Kanal ist gewöhnlich nicht schwierig; nur wo es sich um große Querschnitte handelt, ist das Festhalten des Flügels nicht einfach und man muß um Zeit zu ersparen gleichzeitig mit mehreren Flügeln messen.

Als Beispiel einer solchen Messung soll eine Wassermessung bei der Raanaasfoss-Kraftanlage beschrieben werden.

Die Anlage Raanaasfoss[1]), deren Turbinen in „Z.d.V.D.I." Nr. 15/1924 beschrieben sind, liegt etwa 45 km von Kristiania und nutzt ein Gefälle des Flusses Glommen aus.

[1]) Eine kurze Beschreibung der Anlage mit guten Abbildungen und Querschnitt der Gesamtanlage findet sich in der Schweizerischen Techniker-Ztg. 1924, H. 29, S. 343.



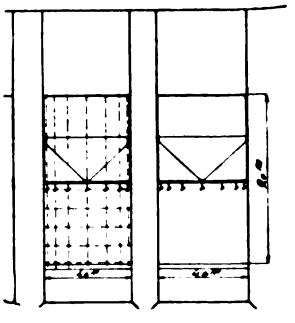


Abb. 6.

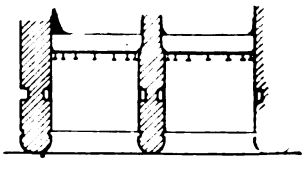


Abb. 5 bis 7. Querschnitt durch die Centrale, Aufriß u. Grundriß der Schützenführungen mit Angabe der Observationsstellen. *Abb. 7.*

Digitized by Google

Jede der sechs eingebauten Turbinen leistet 12000 PS bei 12,25 m Gefälle und verarbeitet hierbei je eine Wassermenge von etwa 92 m³/sec.

Die Wasserzuführung geschieht für jede Turbine (liegende Zwillingsturbinen in offenen Schächten) durch zwei Einlaufschützen, die je 4,6 m breit und 11 m hoch sind. Die Turbinenschächte bilden einen Teil des etwa 270 m langen, sich quer über den Fluß erstreckenden Dammes. Die Anordnung der Turbinenschächte und ihrer Schützen ist von Abb. 5 bis 7 ersichtlich. Man sieht, daß die Wände zwischen den Schützen wasseraufwärts kurze Führungen für den Wasserstrom bilden. Das Einsetzen einer

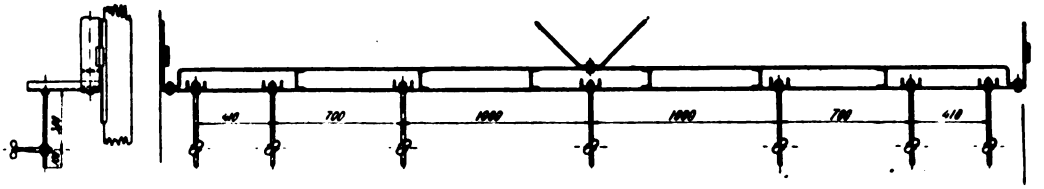


Abb. 8.

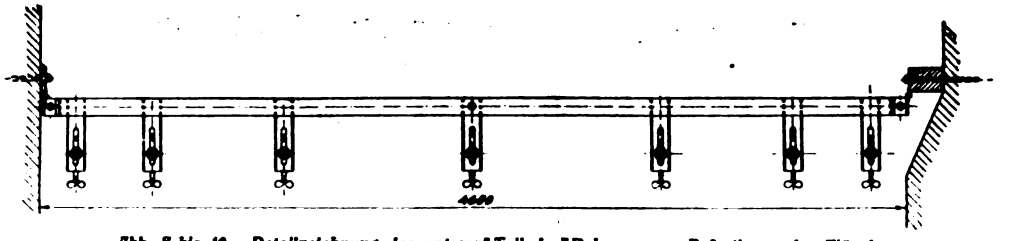


Abb. 9.

Abb. 8 bis 10. Detailzeichnung des unteren Teil des Rahmens zur Befestigung der Flügel.

mundstückartigen Einschnürung war in diesem Falle sehr leicht, ziemlich schwierig war jedoch die Durchführung der Messung mittels Flügel, besonders wenn sie in einer verhältnismäßig kurzen Zeit gemacht werden sollte.

Selbst nach Einbau der Leitschirme blieb nämlich ein Querschnitt von etwa 40 m² in jeder der beiden Oeffnungen übrig, in welchen die Messung stattfinden sollte. Da die Messung in jeder Oeffnung mittels Flügels in mindestens 60—70 Punkten vorgenommen werden mußte, und die Beobachtung in jedem Punkt etwa fünf Minuten beanspruchte, würde die gesamte Messung bei Verwendung eines Flügels in jeder Oeffnung mindestens fünf Stunden in Anspruch nehmen.

Es war daher von größter Wichtigkeit, ein Verfahren zu finden, mit dem das Messen rascher erfolgen konnte.

Da der Meßquerschnitt im vorliegenden Fall ganz rechteckig war, war die Anordnung der Meßpunkte in symmetrisch zu den Seitenwänden liegenden Linien natürlich. Unter der Voraussetzung der Beschaffung so vieler Flügel, als Meßpunkte vorhanden sind, würde die gleichzeitige Messung der in derselben Wagerechten liegenden Punkte möglich sein, und könnten die Flügel in einen heb- und senkbaren Rahmen eingebaut werden. Diese Anordnung würde im vorliegenden Falle die gleichzeitige Verwendung von 14 Flügeln erfordern, und es hat sich als möglich erwiesen, eine solche Anzahl herzuschaffen.

Gegen das gleichzeitige Messen bei solcher Flügelzahl könnte die Einwendung erhoben werden, daß die Flügel einander ungünstig beeinflussen würden, so daß die durch die Prüfung eines Flügels gefundene Umrechnungsformel, wenn mehrere Flügel gleichzeitig nebeneinander arbeiten, nicht mehr gelten könnte. Um dies zu untersuchen, wurden im Wasserbaulaboratorium der Technischen Hochschule Stockholm fünf Flügel nebeneinander auf derselben Wagen über dem 3 m breiten Probekanal aufgebaut, s. Abb. 4, und die Umrechnungsformel festgestellt.

Beim Vergleich zwischen den in dieser Weise gefundenen Formeln und den Formeln bei der unmittelbar vorher vorgenommenen Prüfung jedes einzelnen Flügels hat sich erwiesen, daß für drei Flügel der Unterschied niedriger war als 0,1 v. H. und für die zwei weiteren niedriger als 0,2 v. H., d. h. der Unterschied liegt innerhalb der Grenze der Meßfehler.

Nach diesen Versuchen mußte man davon ausgehen, daß eine gleichzeitige Messung der in derselben Wagerechten liegenden Punkte einwandfrei gemacht werden konnte.

Man muß voraussetzen können, daß, selbst wenn die Geschwindigkeitsverteilung über dem Meßquerschnitt nicht stetig ist, doch dieselbe Wassermenge pro Zeiteinheit den Querschnitt durchfließt. Wenn man gleichzeitig sämtliche Meßpunkte des ganzen Querschnittes messen könnte, würde eine absolut genaue Messung der Wassermenge möglich sein, doch ist dies nicht durchführbar. Es ist aber günstig, so viele Punkte wie möglich gleichzeitig messen zu können, und eine gleichzeitige Messung aller in derselben Wagerechten liegenden Punkte hat jedenfalls zur Folge, daß man eventuelle Schwankungen der Geschwindigkeitsverteilung einer Wagerechten entlang studieren kann.

Die Wassermessung wurde deshalb in folgender Weise durchgeführt: 2 m über dem Schützenboden wurde eine Bretterdiele gebaut, die wasseraufwärts bis an die Führungen der Balkenabsperrung, wasserabwärts bis an den Feinrechen reichte. Die Schützen wurden aufgezogen, bis ihre Unterkanten genau in einer Höhe mit dem davor liegenden Träger standen. Unmittelbar hinter den Schützen und entsprechend der Höhenlage ihrer Unterkanten wurde eine wagerechte Bretterdiele gebaut, die in Verbindung mit der Schützenunterkante und dem davorliegenden Betonträger die obere Begrenzung des Meßquerschnittes bildete. In die Schützenführungen wurden Holzverkleidungen eingebaut, so daß die Seitenwände von der Balkenabsperrung an bis

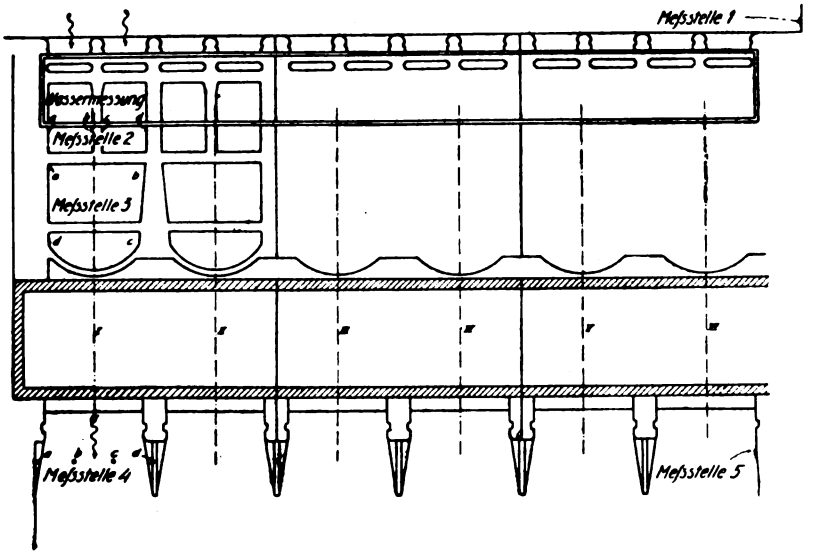


Abb. 11. Uebersicht über Meßstellen.

Digitized by Google

zum Meßquerschnitt glatt und parallel wurden (s. Abb. 5 bis 7). Gleich hinter dem Meßquerschnitt wurden Führungen für das Auf- und Niedersenken des Flügelrahmens an den Wänden befestigt.

Abb. 8—10 zeigen die Konstruktion des Flügelrahmens und den Abstand zwischen den einzelnen Flügeln. In

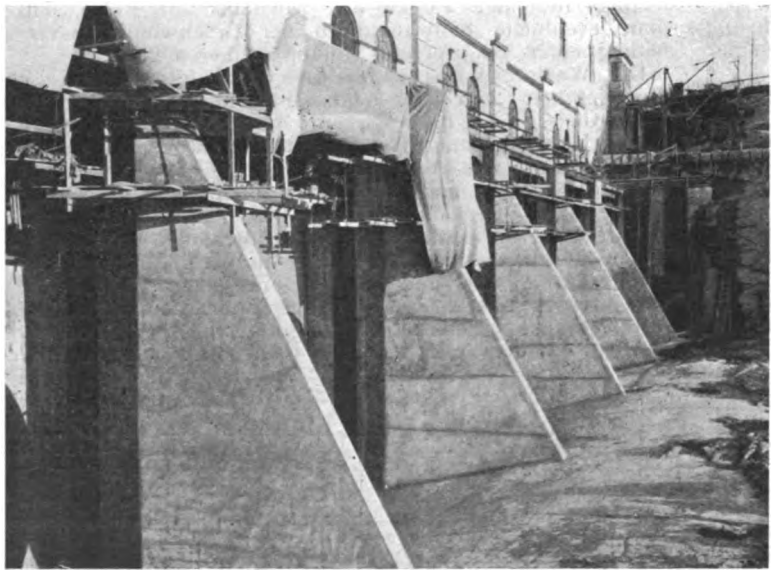


Abbildung 12 und 13. Turbinen-Auslaufe.

jedem Rahmen wurden jetzt sieben Flügel eingebaut und so eingestellt, daß ihre Schraubenflügel in derselben wagerechten Linie lagen. Die Rahmen waren aufziehbar und konnten in die für die Messungen passenden Höhen eingestellt werden. Die Höhe des Meßquerschnittes betrug 9 m, und es wurde in zehn verschiedenen Höhen gemessen. Die unterste Meßlinie lag etwa 0,1 m über dem Boden, die höchste Linie etwa 0,1 m unter der obersten Begrenzung. Um den Rahmen mit den Flügeln frei aus dem Wasser heben zu können, wurde aus der oberen Bretterdiele hinter der Schütze ein Schlitz für jeden Flügel ausgeschnitten. Die von den Flügeln ausgehenden elektrischen Leitungen wurden am Rahmen entlang nach den Beobachtungsstellen geführt. Da vor jeder Turbine zwei Messerquerschnitte lagen, wurden, wie oben erwähnt, für das Messen im Ganzen 14 Flügel benutzt. Damit nicht zu viele Beobachter nötig wurden, wurden von einem jeden zwei Flügel bedient. Die elektrischen Leitungen waren in der Weise geschaltet, daß die Flügel, bei denen jeweils keine Ablesung nötig war, durch einen für jeden Wasserlauf angeordneten Umschalter ausgeschaltet werden konnten. In jedem Punkt wurden zwei nacheinander folgende Ablesungen mit einer Dauer von je mindestens 60 Sekunden vorgenommen.

Unmittelbar nach dem Versuch wurden alle benutzten Flügel an die Technische Hochschule Stockholm eingesandt und im dortigen Wasserbaulaboratorium von der staatlichen Meteorologisk-Hydrauliska Anstalt berichtigt.

Durch die Messung wurde eine Größtwassermenge von 91,47 m^3/sec. gemessen. Um einen Begriff von der Uebereinstimmung der einzelnen Wassermessungen zu geben, soll der Vorgang der ganzen Turbinenprüfung und ihre Ergebnisse erwähnt werden. Zur Feststellung des Gefälles wurde die Wasserspiegelhöhe an fünf Meßstellen (s. Abbildung 5 und 11) beobachtet. Die Meßstelle 1 lag seitlich von sämtlichen Einläufen, das Ablesen konnte an einem fast eingegossenen, einnivellierten Pfahl erfolgen, der sonst zum Ablesen des Oberwasserspiegels der Kraftanlage benutzt wurde. Während des Versuches wurde hier der Wasserspiegel dauernd alle fünf Minuten abgelesen.

Die Meßstelle 2 lag gleich vor dem Rechen, wo vier Meßpfähle, einer an jeder Seite der beiden Wasserläufe, aufgestellt waren, und hier erfolgte die Ablesung alle vier Minuten. Das Ablesen bei Meßstelle 1 und 2 war ohne Bedeutung für die Bestimmung des Wirkungsgrades, wurde aber vorgenommen, um eine Uebersicht über den Gefällverlust im Kraftwerk zu erhalten. Meßstelle 3. In jeder Ecke des Turbinenschachtes war ein Meßpfahl aufgestellt, an denen die Ablesung alle vier Minuten erfolgte, wodurch der für den Wirkungsgrad ausschlaggebende Oberwasserspiegel festgelegt wurde. Meßstelle vier lag unmittelbar beim Saugrohrauslauf, und hier wurde der Unterwasserspiegel an vier Punkten durch einen tragbaren Pfahl gemessen. Außerdem wurde der Unterwasserspiegel an vier Punkten unmittelbar beim Auslauf des zunächstliegenden Saugrohres, wo augenblicklich keine Strömung war, abgelesen, und zwar nur zur Ueberwachung der ersten Ablesung. Diese Reihe von Ablesungen wurde alle acht Minuten vorgenommen.

Es hat sich gezeigt, daß der Wasserspiegel bei Meßstelle vier etwas niedriger war als der Unterwasserspiegel weiter hinaus im Unterwasserkanal, was daher kommt, daß bei der Formgebung des Saugrohrauslaufes danach gestrebt wurde, die Abflußgeschwindigkeit auszunutzen. Die Form des Saugrohrauslaufes ist auf folgende Betrachtung gegründet: Die Summe der Auslaufquerschnitte der Saugrohre wird immer kleiner sein als der Querschnitt des Unterwasserkanals außerhalb der zwischen den Saugrohren liegenden Pfeiler. Außerhalb der Pfeiler wird man immer den Boden schräg emporgehen lassen, so daß der Querschnitt etwas vermindert wird. Wird deshalb die Geschwindigkeit des Wassers am Saugrohrauslauf untersucht, so ergibt sich, daß die Geschwindigkeit im Rohrauslauf zuerst verzögert werden muß, indem das Wasser den großen Querschnitt außerhalb der Pfeiler durchströmt, um wieder beschleunigt zu werden, wenn das Wasser in den eigentlichen Unterwasserkanal ausströmt. Um diese Umsetzung zuerst von großer in kleiner und wieder zurück bis zur großen Geschwindigkeit zu vermeiden, sind von den Pfeilern hinaus Führungsschirme gebaut worden, deren Form dem ansteigenden Boden in der Weise angepaßt

Digitized by Google

Tabelle I

Tabelle der Versuchsresultate bei den Abnahmeversuchen an Turbine I.

Raanaasfoss, den 15. Mai 1922.

Zeit	Mittel von Wasserstandablesungen					Brutto Gefälle	Netto Gefälle	Mittel von Ablesungen im Maschinensaal			Leistung an der Generatorkupplung P.S.	Wassermenge in m³ gemessen	Wirkungsgrad %	An 12,25 m umgerechnet		
	Oberwasserpegel 1	Oberwasser vor dem Rechen 2	Oberwasser in der Turbinenkammer 3	Unterwasser bei Saugrohrauslauf 4	Unterwasserpegel 5	1 ÷ 5	3 ÷ 4	Schaufelöffnung	Vacuummeter	Umdrehungen p. M.				Umdrehungen p. M.	Leistung P.S.	Wassermenge m³/sek.
10^{10}—11^{25}	118,600				106,670	11,93		50		105	0	22,22		106,4	0	22,5
11^{54}—1^{41}	118,596	118,601	118,597	106,665	106,661	11,935	11,932	102,9	2,6	105	4560	41,678	68,8	106,4	4740	42,21
1^{48}— 3^{10}	118,589	118,577	118,575	106,663	106,679	11,910	11,912	153	2,2	105	8350	61,814	85,0	106,4	8700	62,70
3^{37}— 4^{54}	118,603	118,561	118,567	106,631	106,679	11,924	11,936	204	2,165	105,2	11240	78,58	89,9	106,6	11680	79,58
7^{01}— 8^{16}	118,677	118,617	118,624	106,605	106,685	11,992	12,019	234,4	2,10	105,9	12085	87,668	86,0	107,0	12430	88,48
8^{30}— 9^{41}	118,682	118,605	118,625	106,612	106,663	12,019	12,011	253	2,093	107,0	12235	91,47	83,5	108,0	12580	92,40

ist, daß die Wassergeschwindigkeit vom Saugrohrauslauf bis zum eigentlichen Unterwasserkanal fast unverändert beibehalten werden kann. Die Anordnung wird übrigens aus Abb. 5, 11, 12 und 13 ersichtlich. Der gemessene niedrigere Wasserspiegel bei Meßstelle 4 im Verhältnis zu den weiter hinausliegenden Punkten deutet darauf hin, daß die Ausführung des Bodens und der Pfeiler zweckentsprechend gewesen ist.

Da das Nettogefälle den Unterschied der Wasserspiegelhöhen an den Meßstellen 3 und 4 (Oberwasser- und Unterwasserspiegel) ausmacht, wird somit ein niedriger Wasserspiegel an Meßstelle 4 einem großen Nettogefälle entsprechen, mit anderen Worten, das Ablesen des Unterwasserspiegels an Meßstelle 4 wird etwas zu ungünstig für die Turbinenlieferer ausgefallen sein. Es ist aber die Meßstelle in dem Vertrag unzweideutig vorgeschrieben, und die Messung wurde in genauer Uebereinstimmung mit dem Vertrag ausgeführt. Die Meßstelle 5 liegt seitlich sämtlicher Ausläufe und wird sonst für das Ablesen des Unterwasserspiegels für die Kraftstation benutzt. Während sämtlicher Versuche über die Wirkungsgrade herrschte keine Strömung durch das Saugrohr 6, weshalb der Wasserspiegel an der Meßstelle 5 berechnet werden mußte, um dem Unterwasserspiegel des eigentlichen Unterwasserkanals einigermaßen zu entsprechen. Wie aus der Uebersicht über die während der Versuche festgelegten Höhenverhältnisse hervorgeht, war der Wasserspiegel an Meßstelle 5 durchgehend höher als an Meßstelle 4. Die Beobachtungen an Meßstelle 5, die während der Versuche alle fünf Minuten erfolgten, waren hauptsächlich von Interesse wegen der Feststellung, wie sich der Wasserspiegel bei dem gewöhnlichen Meßpfahl der Kraftstation gegenüber dem Wasserspiegel unmittelbar außerhalb der einzelnen Saugrohre stellt. Der Unterschied zwischen den an den Meßstellen 1 und 5 vorgenommenen Ablesungen ist das Gefälle, das für die Kraftanlage täglich abgelesen wird und als das Bruttogefälle des Werkes bezeichnet werden kann. Es wird aus der Uebersicht über die während der Versuche herrschenden Höhenverhältnisse hervorgehen, daß das in oben geschilderter Weise gefundene Rohgefälle durchgehends etwas kleiner ist als das Nutzgefälle für die Turbinen. Dies kommt daher, daß der durch die Schützen und den Rechen verursachte Gefällsverlust kleiner ist als der Unterschied des Wasserspiegels an den Meßstellen 4 und 5.

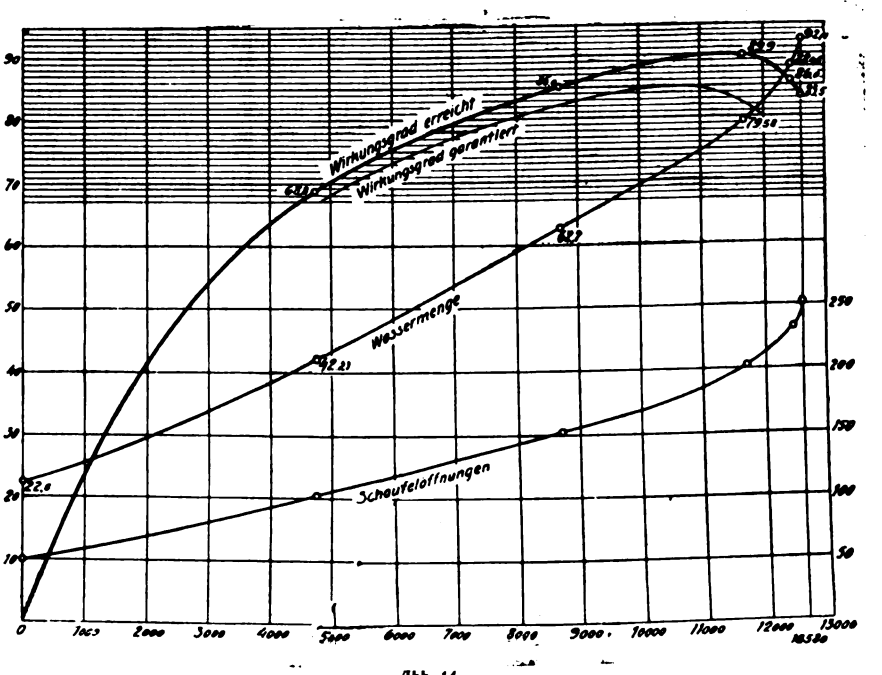


Abb. 14.

Digitized by Google

Zur Aufnahme der bei den Turbinen- und Generatorversuchen abgegebenen Energie wurde außerhalb des Kraftwerkes ein reichlich bemessener Wasserwiderstand eingebaut, der für die Generatorspannung von 7500 V. eingerichtet wurde und durch Kabel in Verbindung mit dem einen Satz Sammelschienen der Maschinen stand. Während der Versuche über den Wirkungsgrad wurde die abgegebene Energie an Präzisionsinstrumenten abgelesen, und zwar erfolgten die Beobachtungen alle fünf Minuten während des ganzen Versuches. Die Kraftabgabe der Turbinen war außerordentlich gleichmäßig, weil die Schaufelöffnung der Turbine mittels der am Regler angeordneten Hubbegrenzungsvorrichtung ganz unverändert gehalten werden konnte.

Die Dauer der Versuche waren von der Wassermessung abhängig, und es hat sich gezeigt, daß die Durchführung jeder Wassermessung im Laufe von fünf Viertelstunden möglich war.

Beim Ausrechnen der Leistungen wurde der bei den Generatorenversuchen gefundene Wirkungsgrad zugrundegelegt, der etwa 1 v. H. höher als verbürgt war. Die Drehzahl der Turbinen wurde am Maschinentachometer abgelesen. Das Tachometer wurde vor und nach den Versuchen geeicht. Im Maschinenraum wurden auch die Schaufelöffnungen und der Stand des Vakuummeters abgelesen. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß für die Durchführung der Versuche eine umfangreiche Einrichtung erforderlich war. Es waren dafür 16 Beobachter außer den Hilfsmannschaften notwendig. Im Ganzen waren etwa 25 Mann mit den Versuchen beschäftigt.

In Zahlentafel 1 sind die Mittelzahlen aller ausgeführten Beobachtungen über Wasserstände, Drehzahl, Schaufelöffnung und Vakuummeter sowie Roh- und Nutzgefälle, gemessene Wassermengen und Leistungen, ausgerechneten Wirkungsgrad und außerdem die Leistungen und Wassermengen, auf 12,25 m Nutzgefälle umgerechnet, aufgeführt. Die auf 12,25 m Nutzgefälle umgerechneten Ergebnisse sind außerdem graphisch in Abb. 14 dargestellt.

Der gemessene größte Wirkungsgrad betrug 89,9 v. H. bei einer Leistung von 11 650 PS. Nach der Kurve liegt der beste Wirkungsgrad bei 11 360 PS und beträgt 90,1 v. H.

Die gefundenen Wassermengen stimmen sehr genau überein, was aus der graphischen Darstellung (Abb. 14) hervorgeht, wo Wassermenge, Schaufelöffnungen und Wirkungsgrad im Verhältnis zur Leistung eingetragen sind. — Man ersieht aus derselben, daß die auf 12,25 m Gefälle bezogenen Meßergebnisse genau in ebenmäßigen Kurven liegen. Eine so vollständige Uebereinstimmung deutet auf eine zuverlässige Wassermessung hin.

Die geprüfte Turbine war von Aktiebolaget Karlstads Mekaniska Verkstad, Verkstaden i Kristinehamn, geliefert.

Die obige Beschreibung gibt keine neuen Prinzipien für Messung von Wassermessungen. Die Absicht ist zu zeigen, wie man in Norwegen Messungen mittelst Flügel in der Weise zu entwickeln versucht hat, daß die Messung möglichst rasch und genau durchgeführt werden kann, was wohl auf einiges Interesse von seiten deutscher Fachgenossen rechnen darf. (W. 101.)

Zur Frage der Esiberegulierung.

In Nummer 9 (vom 1. Mai 1924) Ihrer Zeitschrift nimmt Herr Simmerding in seiner Abhandlung „Zur Frage der Esibe-Regulierung" Stellung zu meinem in Nummer 3 vom 5. Februar abgedruckten Gutachten. Dieses Gutachten habe ich der Lizenzinhaberin der Erfindung, der Bayerischen Wasserkraft A.-G., auf deren Antrag erstattet; es war von mir nicht zur Veröffentlichung bestimmt. Nachdem die Bayerische Wasserkraft A.-G. das Gutachten erhalten hatte, ließ sie jedoch bei mir anfragen, ob ich mit einer Veröffentlichung einverstanden sein würde und ich hatte keine Veranlassung dagegen Einspruch zu erheben. Der Umstand, daß das Gutachten ohne Rücksicht auf eine Veröffentlichung abgefaßt ist, erklärt die Kürze gewisser Stellen: Bei einem Gutachten ist das Urteil das Wichtigste, nicht der Beweis. Der Empfänger des Gutachtens hat zudem immer die Möglichkeit, Rückfrage zu halten, wenn ihm Ergänzungen wünschenswert erscheinen.

Bei Kenntnis der Tatsache, daß das Gutachten an die Inhaberin der Lizenz erstattet und nur auf deren eigene Veranlassung veröffentlicht wurde, wird niemand der Meinung sein können — gegen die ich auch ohne Vorliegen dieses Umstandes schärfsten Einspruch erheben müßte —, daß ich aus nichtsachlichen Gründen die Erfindung habe schlecht machen wollen. Ein derartiger Vorwurf liegt aber in den Simmerding'schen Worten von der „von Thoma offen zugestandenen Kostenersparnis durch Anwendung nur eines Reglers": Man ist ja nur dann genötigt, etwas zuzugeben, wenn man vorher etwas anderes behauptet hat oder etwas anderes wünscht. Herr Simmerding hat sich hier zum mindesten im Ausdruck vergriffen.

Die eben angeführten Worte sind aber auch sachlich irreführend, wenn nicht erwähnt wird, daß der Ersparnis, die bei den Reglern an sich möglich ist, Aufwendungen für andere im Hinblick auf die Betriebssicherheit notwendig werdende Einrichtungen gegenüberstehen.

Herr Simmerding knüpft an eine Veröffentlichung der Mittleren Isar an, die er, wohl durch zwei Druckfehler verführt, mißverstanden hat; nachdem die Druckfehler inzwischen (Heft 9, S. 124) berichtigt worden sind, entfallen auch die Folgerungen des Herrn Simmerding. Tatsächlich ergibt sich der Wirkungsgradvorteil nicht durch ungleiche Beaufschlagung zusammenarbeitender Turbinen, sondern durch Heranziehen des Speicherungsvermögens der langen Kanalstrecken. Wenn Herr Simmerding auf Grund der mehrfach (auch in dieser Zeitschrift) veröffentlichten Ergebnisse der Versuchsturbinen für die Mittlere Isar oder auf Grund der Versuchsergebnisse irgend einer anderen Turbine der üblichen Bauarten eine kurze Nachrechnung angestellt hätte, würde er gefunden haben, daß bei der von ihm angenommenen Betriebsart kein Vorteil — geschweige denn in der angenommenen Größe — erreicht wird, sondern eher ein Nachteil in Kauf genommen werden muß.

Herr Simmerding wünscht einen Beweis für diese meine Angabe, daß es beim Zusammenarbeiten mehrerer gleichartiger Turbinen vorteilhafter ist, alle mit gleicher Beaufschlagung laufen zu lassen, als die Turbinen bis auf eine auf besten Wirkungsgrad einzustellen und die Beaufschlagung der letzten Turbine entsprechend zu vermindern. Ich will für den einfachsten Fall, daß zwei gleiche Turbinen zusammenarbeiten, hier den Beweis nachholen, der sich natürlich auf die bei Wasserturbinen erfahrungsgemäß vorhandenen hydraulischen Eigenschaften stützen muß.

Die Gesamtwassermenge sei gegeben. Die Betriebsart, bei welcher beide Turbinen gleich beaufschlagt sind, sei mit A, die Betriebsart, bei welcher beide Turbinen ungleich beaufschlagt sind, jedoch gleichen Gesamtwasserverbrauch wie im Falle A haben, sei mit B bezeichnet. Ferner sei Q_1 die Wassermenge, welche jede Turbine im Falle A verbraucht; im Falle B sei die sekundliche Wassermenge der einen Turbine mit Q_2, die der anderen mit Q_3 bezeichnet. Aus der Bedingung, daß der Gesamtwasserverbrauch in beiden Fällen derselbe ist, folgt zunächst

$$2\,Q_1 = Q_2 + Q_3$$

Die Leistung N hängt bei beiden Turbinen in gleicher Weise von Q ab (siehe die Leistungslinie in dem schematischen Diagramm, Abb. 1). Im Falle A ist die Gesamtleistung gleich $2\,N_1$, im Falle B gleich $N_2 + N_3$. Der Betrieb mit gleichbeaufschlagten Turbinen wird also vorteilhafter sein, wenn $2\,N_1 > N_2 + N_3$ oder

$$N_1 > \frac{N_2 + N_3}{2}$$

Digitized by Google

Aus der Bedingung, daß in beiden Betriebsfällen der Gesamtwasserverbrauch derselbe ist, — Gl. 1 — folgt, daß Q_1 gerade in der Mitte zwischen Q_2 und Q_3 liegt (Abb. 1). Der Wert $\frac{N_2 + N_3}{2}$ wird also in dem Diagramm von der Verbindungslinie $N_2 - N_3$ auf der Ordinate Q abgeschnitten. Daraus ist zu entnehmen, daß der Betrieb mit gleicher Beaufschlagung beider Turbinen vorteilhafter ist, wenn die über der Beaufschlagung aufgetragene Leistungslinie nach unten gekrümmt ist $\left[\frac{d^2 N}{d Q^2} < 0\right]$. Dieser Satz gilt übrigens ganz allgemein, auch wenn nicht die Gesamtwassermenge, sondern die Gesamtleistung gegeben ist, oder wenn mehr als zwei Turbinen zusammenarbeiten, oder wenn die Turbinen von verschiedener Größe sind. Notwendige Voraussetzung ist nur, daß die Leistungslinie bei allen Turbinen von gleicher Form und in dem in Betracht kommenden Bereich nach unten gekrümmt ist.

Aus der obigen Ableitung geht hervor, daß es nur auf die Krümmung der Leistungslinie, nicht aber auf die Lage des Wirkungsgradsmaximums ankommt, sodaß es ganz gleichgültig ist, ob man als volle Beaufschlagung den Zustand beim Leistungsmaximum ansieht, oder ob man den Zustand beim Wirkungsgradsmaximum als volle Beaufschlagung und den Zustand bei etwa erreichbarer höherer Beaufschlagung als Ueberöffnung bezeichnet. Von der von Herrn Simmerding befürchteten irrtümlichen Folgerung kann also nicht die Rede sein.

Untersucht man die gegenseitige Abhängigkeit von Leistung und Wassermenge an Hand veröffentlichter Bremsergebnisse, so findet man im Bereich der großen Beaufschlagungen immer einen nach unten gekrümmten Verlauf der Leistungslinie, im Bereich der kleineren Beaufschlagungen dagegen durchwegs einen fast geradlinigen Verlauf. Als Beispiel diene die in Abb. 2 wiedergegebene Leistungslinie, welche aus den in dieser Zeitschrift (Heft 14 vom 15. 7. 22) veröffentlichten Ergebnissen der Versuchsturbine für die Kraftwerke Aufkirchen und Eitting der von Herrn Simmerding so oft erwähnten Mittleren Isar errechnet ist ($n'_1 = 80$). Dieser Verlauf der Leistungslinie kann als typisch gelten. Die ungleiche Beaufschlagung gleichartiger Turbinen ist also jedenfalls nicht günstiger, als die gleiche Beaufschlagung, manchmal hingegen merklich ungünstiger.

Es muß allerdings hinzugefügt werden, daß in vielen Bremsberichten die ganz kleinen Beaufschlagungen fehlen, und daß möglicherweise in diesem Bereich bisweilen eine geringe Gegenkrümmung der Leistungslinie auftritt. Wenn eine große Leistungsreserve bereitgehalten werden muß, könnte es dann z. B. vorteilhafter sein, statt zwei Turbinen mit je 0,4 Beaufschlagung laufen zu lassen, vielmehr die eine ganz zu schließen und die andere mit 0,8 Beaufschlagung zu betreiben. Dies wäre für gewisse Gefällsverhältnisse sogar bestimmt vorteilhafter, wenn man dafür sorgt, daß das Saugrohr der geschlossenen Turbine belüftet wird. Nur ist dies kein Vorteil, der der Esibe-Regulierung angerechnet werden darf, denn er läßt sich auch bei der üblichen Regelungsart sehr leicht durch Einstellung der Regler erreichen. Beispiel: Das Saalach-Kraftwerk, bei dem die Turbinen im Hinblick auf diese Betriebsart mit selbsttätigen Saugrohrbelüftungsventilen ausgerüstet sind bei im Uebrigen normaler Anordnung der Regulierung. Diese Erwägung würde auch stichhaltig bleiben, wenn Turbinenbauarten sich entwickeln würden, bei denen die Leistungslinie bis in den Bereich größerer Beaufschlagungen hinein nach oben gekrümmt ist.

Zusammenfassend darf gesagt werden, daß im Bereich größerer Beaufschlagungen die Leistungslinie bei den üblichen Turbinenbauarten immer nach unten gekrümmt ist, und daß deswegen die Esibe-Regulierung, bei der man auf die Betriebsart B beschränkt ist, im Durchschnitt über eine längere Betriebszeit immer etwas im Nachteil gegen die übliche Regulierungsart ist, bei der man unter allen Umständen die Freiheit hat, je nach der verfügbaren Wassermenge oder verlangten Leistung zwischen Betriebsart A und B zu wählen.

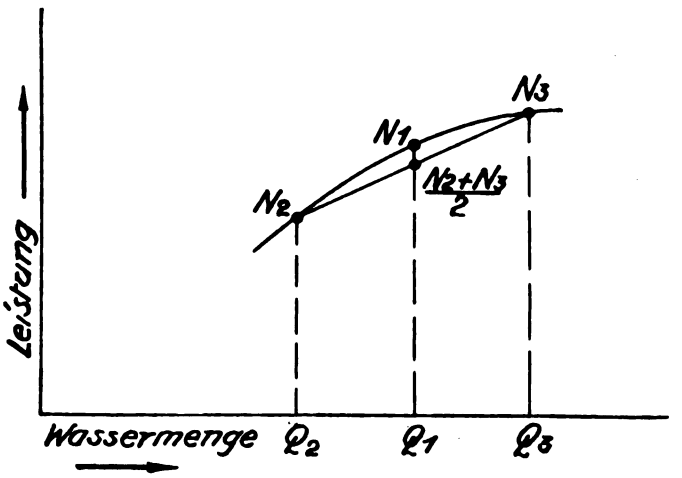


Abb. 1.

Viel verwickelter werden natürlich die Verhältnisse, wenn Turbinen mit verschiedener Wirkungsgrad-Charakteristik, z. B. Turbinen von höherer spezifischer Drehzahl (Wirkungsgradkurve mit steilem Maximum) mit Turbinen von geringerer spezifischer Drehzahl (flache Wirkungsgradkurve) zusammenarbeiten. Das wirtschaftlich günstigste Zusammenarbeiten solcher Turbinen wird, wie eine nähere Untersuchung zeigt, dadurch erreicht, daß bei Belastungsänderungen die Beaufschlagung der Turbinen der erstgenannten Art nur wenig verändert wird, während die Turbinen der zweitgenannten Art den Hauptanteil des Ausgleichs übernehmen. Diese Betriebsart sei mit I bezeichnet. Bei genügend großem Unterschied in dem Verlauf der Wirkungsgradkurven wird die Betriebsart II, bei der nur die Turbinen der zweiten Gattung verstellt werden, nur wenig ungünstiger sein. Am ungünstigsten ist eine Betriebsart, bei welcher beide Turbinen im gleichen Maße zum Ausgleich herangezogen werden; sie sei mit III bezeichnet.

Die Betriebsart I läßt sich bei der üblichen Art der Regulierung durch entsprechende Einstellung der Regler verwirklichen, doch geschieht dies praktisch nicht immer,

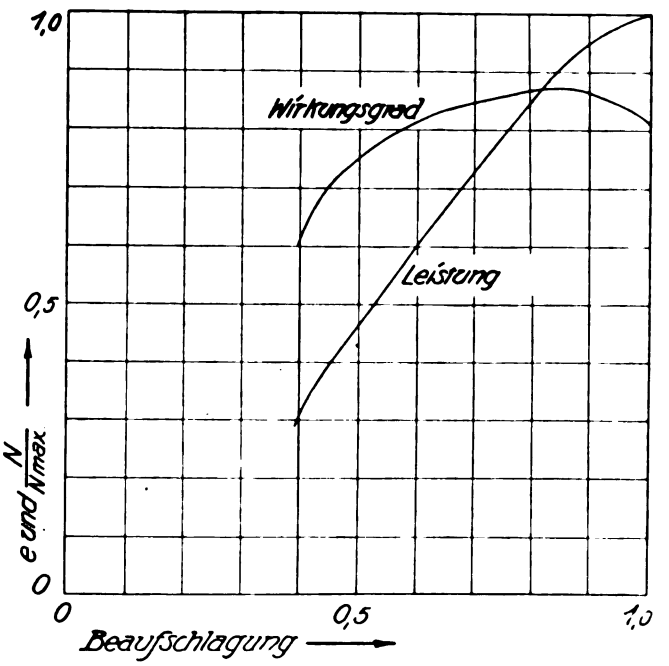


Abb. 2.

Digitized by Google

weil der gegenüber Betriebsart II erreichte Vorteil gering bleibt. Die Notwendigkeit, eine Anlage nach Betriebsart II zu regulieren, wird deswegen an sich nicht als erheblicher Nachteil angesprochen werden können; das ist ja immer noch viel besser als die Betriebsart III. Wenn auch die Esibe-Regulierung nach der Betriebsart II also erheblich vorteilhafter als nach der Betriebsart III arbeitet, so kann darin gleichwohl nicht ein der Esibe-Regulierung eigentümlicher Vorteil erblickt werden, denn dieselbe Betriebsart kann ja auch mit der gewöhnlichen Regulierung sehr leicht erreicht werden; sie kann aber auch dadurch erreicht werden, daß man bei den Turbinen mit steiler Wirkungsgradkurve von vornherein auf selbsttätige Regulierung verzichtet und sich bei ihnen für den Fall einer plötzlichen Entlastung auf einen Sicherheitsregler verläßt (Beispiel: Die Turbinen des Möhne-Kraftwerkes; Z. d. V D. I. 1917, S. 45).

Für die Beurteilung der Esibe-Regulierung ist es selbstverständlich ganz gleichgültig, welche Eigenschaften für sie in der Literatur als neu beansprucht werden; es kann nur das gewertet werden, was tatsächlich neu und nicht schon längst bekannt und verwirklicht ist. In dieser Beziehung scheint mir übrigens auch der von der Schriftleitung dieser Zeitschrift gebrachte Vorschlag, die Esibe-Regulierung als „staulose Regulierung" oder „Umweg-Regulierung" zu bezeichnen, nicht zweckmäßig zu sein, weil diese Bezeichnung geeignet wäre, die Meinung zu erwecken, als ob diese Eigenschaften etwas Neues seien.

Auf eine Diskussion der übrigen Ausführungen des Herrn Simmerding kann ich nicht eingehen; sie lassen nicht das Bestreben zur objektiven Würdigung der Sache erkennen, und ich habe auch keine Veranlassung, mich auf den entgegengesetzten Standpunkt zu stellen und nun eine negative Reklame für diese Sache ins Werk zu setzen. Die wichtigen, in meinem Gutachten behandelten Fragen, die sich auf die ziemlich verwickelten Maßnahmen beziehen, die man brauchen würde, um einen störungsfreien Betrieb zu sichern, werden von Herrn Simmerding mit den Worten „Die Stellungnahme zu den einzelnen technischen Punkten des Thoma'schen Gutachtens ist dem berufenen Fachkreis der Turbineningenieure und der Elektroingenieure zu überlassen" einfach übergangen. Nur auf einen grundsätzlichen Punkt möchte ich noch hinweisen. Es handelt sich nicht darum, ob die Durchführung der Esibe-Regulierung technisch möglich ist — ich halte diese Möglichkeit für gegeben —, sondern die Frage ist die, ob man bei Berücksichtigung aller Umstände, nämlich: Betriebssicherheit, Wasserausnützung, Regulierfähigkeit, Beschaffungs- und Unterhaltungskosten, Uebersichtlichkeit und Einfachheit der Gesamtanlage, einen Vorteil gegenüber den üblichen Anordnungen erreichen wird. Ein mögliches Anwendungsgebiet habe ich in dem Gutachten bezeichnet. Ich würde mich nur freuen, wenn sich noch andere Möglichkeiten zur vorteilhaften Anwendung eröffnen würden; vorläufig kann ich aber keine erkennen, und auch die Ausführungen des Herrn Simmerding haben daran nichts geändert. (W. 122.)

München, den 16. Mai 1924. D. Thoma.

Ein Beitrag zur Frage der Esibe-Regulierung.[1]

Von Ing. C. Reindl, München.

Nachdem die Frage der staulosen Turbinenregulierung in Heft 9 hauptsächlich vom Standpunkte der Bauingenieure aus erörtert worden ist und nachdem es sich um eine Neuerung handelt, welcher in gewissen Fällen eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung beizumessen ist, darf wohl auch vom Standpunkte der Maschinentechnik und des Betriebes aus hierzu Stellung genommen werden. Es ist vorweg zu betonen, daß das Modell, über dessen Erprobung auf Seite 17 berichtet wurde, nur bis zu einem gewissen Grade als „Betriebsmodell" anzusprechen ist, insoweit nämlich die Anordnung der üblichen Ausführung eines Großkraftwerkes nur in den Hauptteilen nachgebildet war. Nicht betriebsmäßig dagegen war beim Modell die Betätigung des Regulierschiebers durch eine der vier Turbinen und ebenso nicht betriebsmäßig die konstruktive Durchbildung der Steuerung und des Schiebers. Aus diesem Grunde sind manche Schlußfolgerungen des sich nur auf das Modell beziehenden Gutachtens nicht ohne weiteres auf die praktische Ausführung in Großanlagen zu übertragen, über welch Letztere noch Einiges zugefügt werden kann.

Es ist richtig, daß es Anlagen, in welchen ständig Wasser im Ueberfluß vorhanden ist und ein Sparen an Wasser niemals notwendig ist, bei uns wenigstens außerordentlich selten sind, ganz besonders bei höheren Gefällen. Man wird stets die Ausbauwassermenge größer als die Mindestwassermenge nehmen und bei größeren Gefällen der Möglichkeit der Aufspeicherung fast niemals entraten können. Weshalb aber die staulose Regulierung auf Betriebe beschränkt sein soll, in welchen Belastungsänderungen betriebsmäßig nicht vorkommen, ist nicht recht ersichtlich. Man wird selbstverständlich auch in industriellen und elektro-chemischen Werken nach Möglichkeit darnach trachten, beim Ausfall von Verbrauchern, z. B. bei Oefen oder dgl., den für die Zeit der Abschaltung eines Verbrauchers überschüssigen Strom, wenn auch nur verhältnismäßig kurzzeitig überschüssig, in andere speicherbare Formen überzuführen, z. B. für Elektrokessel, Warmwasserbereiter und dgl. Dies ist aber nur rentabel und vom betriebstechnischen Standpunkt aus vorteilhaft, wenn die Unterbrechung des Stromverbrauches doch einige Zeit andauert. Man wird beispielsweise nicht auf 10 Minutenweise Einschaltung von Elektrokesseln einlassen, da man sonst einen Schalttafelwärter in Permanenz damit beschäftigen kann und Schaltmanöver stets nach Möglichkeit eingeschränkt werden. Der selbständige Betrieb eines Werkes hindert nicht an der betriebsmäßigen Verwendung der staulosen Regulierung, soferne nicht die Möglichkeit einer Speicherung des Wassers in einer an sich schon genügend großen Kanalhaltung, oder sei es der erzeugten Leistung, in einer anderen Energieform gegeben ist, die, ohne eigene Aufwendungen dafür zu erfordern, einen solchen Speicherinhalt besitzt, daß nicht nach wenigen Minuten schon der Ueberfall in Tätigkeit tritt.

Auf alle Fälle bewährt sich die staulose Regulierung aber auch dann als die einfachste und betriebssicherste Sicherheitsregulierung gegen das Durchgehen der Maschinensätze, gegebenenfalls in vereinfachter Ausführung, worauf Herr Professor Dr. Thoma in seinem Gutachten und ich in meiner Arbeit über „Schutz gegen das Durchgehen der Wasserturbinen"[2] hingewiesen habe. Gerade als Sicherheitsregulierung sind die Vorzüge des in Rede stehenden Systems, nämlich absolute Vermeidung von Druckschwankungen und höchste mechanische Einfachheit ohne empfindliche Relais und Steuerorgane, von außerordentlichem Wert, zumal wenn man die Regulierung unabhängig vom Oeldruck durch Fallgewichtshebel oder dergl. betätigen läßt, was für diesen Zweck ohne weiteres möglich ist.

Die Schwierigkeiten bei Regulierung mehrerer Maschinensätze durch einen gemeinsamen auf die Periodenzahl an den Sammelschienen reagierenden Steuerapparat, also etwa durch ein Pendel mit Antrieb durch einen Synchronmotor, dürften für praktische Ausführungen nicht erheblich sein. Zunächst sei angefügt, daß sich diese Regulierungsart weit feinfühliger, als jede andere unmittelbar von einer Maschinenwelle angetriebene Zentrifugalpendelregulierung ausgestalten läßt, durch eine als

[1] Siehe diese Zeitschrift 1924, Heft 3, Seite 17 und Heft 9, Seite 119.

[2] „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, 1923, Heft 39, S. 566.

Digitized by Google

„Frequenzmultiplikator" zu bezeichnende, von mir vorgeschlagene Einrichtung, welche es gestattet, daß der Synchronmotor, der das Pendel antreibt, die Frequenzänderungen auf ein beliebiges Vielfache verstärkt zugeführt erhält, sodaß z. B. eine Frequenzänderung von 1/2 Periode an den Sammelschienen einer Frequenzänderung von 5 Perioden des synchronen Antriebmotors entspricht, die Frequenzänderung also auf das 10fache übersetzt wird. Der vorhin schon erwähnte, als Durchgehschutzmittel vereinfachte Esibeschieber läßt sich auch neben der zentralen Regulierung ohne weiteres an jedem einzelnen Maschinensatz anbringen; im Gegenteil, wenn man schon das Durchgehen jedes einzelnen Maschinensatzes auch bei der heute üblichen Einzelregulierung durch Füllungsregler vermeiden will, muß man auch bei Ausrüstung jeder Turbine mit einem Oeldruckregler einen solchen Durchgehschutz vorsehen, denn auch der Oeldruckregler mit seinen bekannten Einrichtungen, wie Abstellen beim Abgleiten des Antriebriemens u. dgl., schützt nicht vor dem Durchgehen in recht leicht möglichen Fällen wie z. B. Bruch oder Verklemmung eines Regulierungsorganes an der Turbine selbst. Die Spannungssteigerung des Generators beim Durchgehen ist eine längst überwundene Sache durch die bekannten zahlreichen Einrichtungen zur selbsttätigen Feldschwächung bei Drehzahlüberschreitung, beim Herausfallen des Hauptschalters und in allen möglichen anderen Kombinationen, so daß von diesen Bedenken von vornherein abgesehen werden kann. Jedenfalls dürfte also der Gruppenregulierung kein betriebstechnisches Bedenken entgegenstehen, im Gegenteil dürfte sie die Betriebsführung und Ueberwachung durch den Wegfall recht vieler empfindlicher Organe erleichtern und sichern.

Inwieweit heute von einer Kostenersparnis durch den Wegfall der üblichen Drehschaufelregulierung bei Spiralturbinen gesprochen werden kann, kann nur eingehende Projektierung seitens der Turbinenfabriken entscheiden, denn gerade bei Serienturbinen bedeutet die Anordnung fester Leitradschaufeln ein Abgehen von der normalen Serie und damit unter Umständen sogar eine Verteuerung der Herstellung statt einer Verbilligung. Bei großen in Einzelfertigung herzustellenden Turbinen wird eine Verbilligung sicher erreicht werden. Unbedingt zutreffen muß aber die Verbilligung in den Regulierreinrichtungen, denn es liegt auf der Hand, daß bei Gruppenregulierung, selbst wenn man dem Esibeschieber noch die gleiche Regulierarbeit zuschreibt, wie einer der hinter ihm hängenden Turbine nur ein Regler billiger ist, als deren Mehrzahl. Die am Modell gemessenen Werte für die Regulierarbeit und für den Druckverlust, welche im Gutachten von Herrn Prof. Thoma zu Bedenken Veranlassung gaben, sind nicht als Anhaltspunkte für praktische Ausführungen zu betrachten. Das Modell war, wie Verfasser aus eigener Tätigkeit bei der Herstellung desselben weiß, auch nicht für den Zweck der Feststellung der wirklich nötigen Regulierarbeit an einem verkleinerten Schiebermodell geschaffen, sondern Schieber und Steuerungseinrichtungen waren von vornherein als Provisorien und in verhältnismäßig roher und der endgültigen Ausführung nicht entsprechenden Bauart geschaffen, nur zu dem Zwecke, die Funktion der Gesamteinrichtung erkennen zu lassen. Ueber die an betriebsmäßig ausgeführten Schiebern oder an Konstruktionsmodellen gemessenen wirklichen Größen der Regulierarbeit und des Druckabfalles, also über Betriebswerte, kann sich vielleicht der Erfinder des Verfahrens auf Grund seiner Messungen äußern und daraus bestätigen, daß man mit sehr geringen Regulierkräften auslangen kann und fühlbare Druckverluste auf der Turbinenseite nicht vorhanden sind. — Druckverluste auf der Leerlaufseite spielen ja nicht nur keine unangenehme, sondern sogar eine angenehme Rolle, indem sie den Energievernichter unterstützen, bzw. demselben Arbeit vorweg nehmen.

Die Verteilung der Belastung auf voll beaufschlagte Grundbelastungsturbinen und eine oder wenige teilbelastete Regulierturbinen zur Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades ist nicht eine Eigenheit der staulosen Regulierung, sondern eine Betriebsmaßnahme, die jedem freisteht und die in unzähligen Werken seit langem schon von Hand oder durch entsprechende Einstellung der Turbinenregler durchgeführt wurde.

Der Synchronschieber läßt sich mit dem Esibeschieber wohl schwer vergleichen, da die beiden Einrichtungen völlig getrennten Grundgedanken folgen. Beim Synchronschieber bleibt das auf der Turbine wirksame Gefälle unverändert, beim Esibeschieber dagegen ändert sich das Gefälle vor der Turbine.

Die Frage der Eignung des Esibeschiebers bei nicht völlig reinem Wasser ist eine Angelegenheit, die die Betriebserfahrung noch klären muß. Im übrigen dürften aber betriebstechnische oder konstruktive Schwierigkeiten gegen das System nicht vorliegen und auch die Frage der Verbilligung und der Wirkungsgraderhöhung erscheint geklärt, soweit eben überhaupt die Notwendigkeit zu Speichern außer Betracht bleiben kann. (W. 115.)

Rundschau

Wassermessung

Flügel-Wassermessungen in Druckrohrleitungen. Ing. H Dufour beschreibt in „Schweiz. Bauztg." 1924, Bd. 84, Nr. 4, seine bis 1908 zurückreichende Methode und die damit von ihm in 11 Messungsreihen an Rohren bis zu 3,5 m l. W. und bei Wassergeschwindigkeiten bis zu 3,3 m/Sek. gemachten günstigen Erfahrungen. Der Vorteil der Flügelmessung in einer Rohrleitung liegt in der Ausschaltung aller Fehler, welche in offenen Gerinnen der veränderliche Querschnitt und die Möglichkeit von Wirbelbildungen und negativen Geschwindigkeiten (Rückströmungen) mit sich bringen können und läßt den Flügel als das an sich zuverlässigste Geschwindigkeits-Meßgerät damit voll zur Geltung kommen, so daß nach Ansicht des Verf. eine Toleranz von 1% genügen dürfte[1]). — Zunächst wurde in der Rohrleitung ein Flacheisen in Richtung eines vertikalen Durchmessers angebracht, auf welchem an einem Gleitstück der Flügel aufgesetzt und vermittelst eines durch eine Stopfbüchse nach außen geführten Gasrohres, das die Kontaktleitungen ins Freie führte, verschiebbar war, so daß die Lage des Meßpunktes im Rohr außen an einer Meßlatte abgelesen werden konnte. Ein weiterer Schritt war die Messung in zwei senkrecht zu einander stehenden Durchmessern auf dieselbe Art. Die Unbequemlichkeit des Ein- und Ausbaues nur bei entleerter Leitung führte zu einer Einrichtung, welche den beliebigen Ein- und Ausbau des Flügels während des Betriebes und damit auch bequeme Kontrollmessungen erlaubt. Dabei ist je nachdem, ob in einem Durchmesser oder in zwei senkrecht aufeinander stehenden Durchmessern gemessen werden soll (die Erfahrungen lassen auch Ersteres als genügend erscheinen) auf das Rohr an dem einen Endpunkt des Durchmessers ein Absperrschieber von genügendem Durchgang, um den Flügel durchzulassen, aufgesetzt, der oben durch einen domartigen Aufsatz mit aufgeflanschtem Deckel geschlossen ist. Dieser Deckel enthält in der Mitte eine Stopfbüchse für eine Stange, welche unten ein in den Rohrwand-Ausschnitt passendes Blech trägt, das in hinuntergeschobener Lage den Rohrumfang schließt; eine zweite seitliche Stopfbüchse läßt die Flügelstange durchtreten, welche außen noch in einer Führung sowie innen in dem Abschlußblech genau radial geführt wird. Eine Meßlatte gibt wieder die Flügellage an. Das Einbringen des Flügels

[1]) Auch die „Normen für Leistungsversuche an Wasserkraftanlagen" von V. d. I. und vom deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband 1921 sehen 2% Toleranz vor (§ 19, 2).

Digitized by Google

im Betrieb erfolgt bei geschlossenem Schieber nach Abnahme des Deckels vom aufgesetzten Dom. Die Abschlußplatte und unter ihr der Flügel sitzen nun innerhalb dieses Domes über dem Schieber und nach dessen Oeffnen wird der Flügel ins Rohr eingeschoben und die Abschlußplatte niedergelassen. Umgekehrt erfolgt der Ausbau unter Betrieb nach Hereinziehen von Abschlußblech und Flügel durch den Schieber in den Dom und Schließen des Schiebers.

Die Auswertung nimmt Dufour graphisch vor durch Auftragen der Geschwindigkeiten in den beiden Durchmessern über den Meßpunkten, Bildung der mittleren Geschwindigkeit v für jeden Meßradius und Auftragung der Produktkurve $2 r \pi v$ über dem Radius, deren Fläche $\Sigma\, 2 r \pi v\, dv$ die Wassermenge ergibt. An einer Reihe von Messungen wird die Uebereinstimmung der Ergebnisse mit anderen Meßresultaten bestätigt. Es ist natürlich Voraussetzung, daß die Meßstelle in einem geraden Teil der Leitung und nicht kurz hinter dem Rohreinlauf oder an Krümmern liegen darf. Die „Normen für Leistungsversuche an Wasserkraftanlagen" (vgl. oben Fußnote 1) geben in § 40 auch die Regel, daß Flügelmessungen in Rohrleitungen von wenigstens 1 m l. W. zulässig sind und möglichst nach mehreren Durchmessern vorzunehmen seien. Ferner verlangen sie die Messung im letzten Teil einer geraden Rohrstrecke von einer Länge ungefähr gleich dem 20fachen Durchmesser und in möglichst großem Abstand von scharfen Krümmungen.

Wie auch die veröffentlichten Geschwindigkeitskurven zeigen, ist die Messung nach dem zweiten Verfahren, ohne festen Einbau im Rohr, wegen ihrer gleichmäßigen Geschwindigkeitsverteilung vorzuziehen, da der fest eingebaute Führungssteg für den Flügel einen sich in den Geschwindigkeitskurven stark ausprägenden Stauhügel (verringerte Geschwindigkeit in der Mitte, vor der Kreuzungsstelle der beiden Flacheisenstege) ergibt.

Die hier beschriebene Einrichtung zeichnet sich durch Einfachheit der Ausführung aus, während die auf S. 286 dieses Heftes von Thoresen dargestellte Einrichtung den Vorzug universeller Verstellbarkeit auf jeden Punkt des Rohrquerschnittes aufweist. (W. 181.) Rdl.

Eine neue Methode der Wassermengenmessung. Eine neue Methode der Wassermengenbestimmung bei Wasserförderung durch Zentrifugalpumpen hat Prof. F. K. Th. van Iterson ausgearbeitet und zum Patent angemeldet. (Holländisches Patent Nr. 9943.) Das Verfahren, das namentlich bei Polder-Wasserhebewerken den Vorzug verdient, sei an Hand der Fig. 1 kurz beschrieben.

Zwei mit Teilung versehene Wasserstandsgläser 2 und 3 sind auf einer Platte 1 befestigt. Das eine ist mittels eines Rohres mit dem Saugrohr der Pumpe in Verbindung gebracht, das andere mit dem freien Polderwasser. Oben sind die beiden Röhren durch einen Vierwegehahn miteinander und überdies noch mit der Druckseite der Pumpe verbunden, letzteres, um die Wasserstandsgläser und die Leitungen füllen und durchspülen zu können. Ist alles mit Wasser gefüllt, so werden die beiden Leitungen gegen das Pumpengehäuse abgeschlossen, bleiben aber unter sich in Verbindung. Läßt man nun durch den Hahn 4 etwas Luft in die Röhren einsaugen, so kann man aus dem beim Betrieb der Pumpe sich einstellenden Höhenunterschied h der Wasserspiegel in 1 und 2 die Wassergeschwindigkeit im Saugrohr nach der Formel $v = \sqrt{2 g h}$ ermitteln. Hiernach ist bei bekanntem Saugrohrquerschnitt die geförderte Wassermenge zu berechnen. Dies ist die Methode der Wassermessung mit der Luftglocke, wie Prof. van Iterson sie nennt.

Wenn auch die Umsetzung von Druck in Geschwindigkeit in dem trompetenförmigen Saugrohr mit hohem Nutzeffekt geschieht, so ist doch den tatsächlich auftretenden Verlusten dadurch Rechnung zu tragen, daß man von dem abgelesenen h nur 98—99% in die Gleichung einsetzt; sonst erhält man um ½—1% zu hohe Werte. Zu beachten ist, daß die Methode niemals zu kleine Ergebnisse liefern kann,

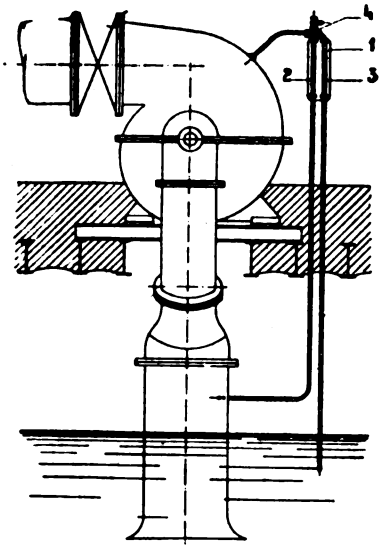


Abb. 1.

da die Umsetzung von Druck in Geschwindigkeit stets weniger, nie aber mehr als 100% betragen kann.

Der hohe Wirkungsgrad eines Saugrohres von 98 bis 99% erklärt sich aus der Tatsache, daß man es hierbei nicht mit turbulenten, sondern mit lamellaren also geschichteten Strömungen zu tun hat, wobei auf die Arbeit von Dr.-Ing. H. Hochschild „Versuche über die Strömungsvorgänge in erweiterten und verengten Kanälen" (Z. d. V. D. I. 1923, S. 655) und auf die Abhandlungen aus dem Aerodynamischen Institut an der Technischen Hochschule Aachen, 1. Lieferung, S. 43, „Das Geschwindigkeitsfeld in der Anlaufstrecke" hingewiesen sei.

Die Methode der Wassermessung mit der Luftglocke ist praktisch untersucht und erprobt worden, wobei ihre große Genauigkeit auch im Vergleich zu anderen Methoden festgestellt werden konnte. („De Ingenieur" Nr. 51 vom 22. Dez. 1923.) (W. 97.) Rgbmstr. Gerstenberger.

Wassermessung mittelst Meßgitter. Fast alle bisher gebräuchlichen Wassermeßmethoden geben erst mit Hilfe von Rechnungsvornahmen die innerhalb einer gewissen Zeitspanne durch einen Querschnitt geflossene Wassermenge an; nur der Venturimesser in Rohrleitungen, sowie der geeichte Ueberfall im freien Gerinne, lassen auch die in jedem Augenblick fließende Wassermenge ablesen. Dem Ueberfall haftet jedoch der besonders bei Kraftanlagen — weniger im Laboratorium — fühlbare Nachteil eines erheblichen Opfers an Gefälle an. Eine in manchen Fällen, z. B. bei Stauanlagen und im Unterwasser von Kraftwerken, aber auch im Laboratorium recht brauchbare Ergänzung unserer Wassermeßeinrichtungen für Augenblicksablesung und evtl. Registrierung bildet das „Meßgitter", welches Dipl.-ing. Poebing im hydraulischen Institut der techn. Hochschule München ausgebildet und untersucht hat [1]). Diese selbsttätig die Geschwindigkeiten über den ganzen Gerinnequerschnitt hin integrierende Einrichtung besteht aus einem vertikalen, unten auf Schneiden stehenden und elastisch in seiner vertikalen Nullage gehaltenen rechenartigen Gitter aus vertikalen Stäben. Durch die Wirkung der Reaktion, durch die an sich sehr geringe Stauwirkung des Gitters, die jedoch nur einen Gefällsverlust von Bruchteilen eines Prozentes verursacht, und durch die Schleppkraft des Wassers wird das Gitter mit einer dem Integral der Geschwindigkeiten über den ganzen Querschnitt hin entsprechenden Kraft aus seiner Nullstellung (der Vertikalen) gedrückt und das Maß dieser am Gitter ausgeübten Kraft bezw. das Maß der Ablenkung gibt unmittelbar die augenblickliche sekundliche Durchflußmenge. Die Wirkungsweise als mechanischer

[1]) **Poebing, Zur Bestimmung strömender Flüssigkeitsmengen im offenen Gerinne. Verlag J. Springer, Berlin, 1922. 56 Seiten m. 23 Abb. und 1 Tafel. Geh. Preis: G. Z. 1.70.**

Digitized by Google

Integrator bringt es mit sich, daß das Gitter im Gegensatz zu den sonstigen Meßeinrichtungen durchaus keinen möglichst gleichmäßigen Verlauf der Wassergeschwindigkeit über den Meßquerschnitt hin fordert, die Geschwindigkeitsverteilung kann vielmehr auch recht ungleichmäßig bezw. der Meßort ungünstig sein, etwa kurz hinter einer Krümmung oder an einer sonstigen Stelle nicht stationärer Strömung, selbst Rückströmungen können keine wesentlichen Fehler verursachen. Um dies zu beweisen, wurde das zur Untersuchung dienende Meßgitter tatsächlich auch an einer ungünstigen Stelle, ziemlich kurz vor einem Ueberfall und hinter einem mit Wirbelungen verbundenen Zufluß, eingebaut. Das Meßgitter erfordert eine erstmalige genaue Eichung, die im vorliegenden Falle mittelst Ausflußmessung aus Düsen mit allen erdenklichen Vorsichtsmaßnahmen vorgenommen wurde. Die Versuche, die mit größter Sorgfalt durchgeführt wurden und a. a. O. sich genau beschrieben finden, haben ergeben, daß bei einer mittleren Wassermenge von 300 l/Sek. die Genauigkeit ca. 2,5% ist. — Für alle Fälle, wo die Wassermenge (bezw. die benetzte Fläche des Meßgitters) nicht unter etwa die Hälfte des normalen Pertes sinkt und wo die Reinheit des Gitters nicht durch die Natur des Wassers gefährdet wird, ist hier eine neue recht brauchbare Einrichtung geschaffen worden. (W.145) Rdl.

Das Gibson'sche Wassermessverfahren. Auf Seite 168 unseres Heft 10 haben wir in der Zeitschriftenschau auf die Veröffentlichung von Ing. Pantell hingewiesen, welcher dem Gibson'schen Wassermeßverfahren in der Z. d. V. d. I. 1924, Heft 15, Seite 366, einen Minusfehler von etwa 7% nachrechnet. Wir haben uns dem Charakter einer Zeitschriftenschau entsprechend lediglich darauf beschränkt, jene Veröffentlichung zu zitieren, ohne unsere eigene Stellungnahme damit auszudrücken. Inzwischen haben in der Z. d. V. d. I. 1924, Heft 25, Seite 662, sowohl Professor Dr. D. Thoma unterm 16. April 1924 wie auch Dipl.-Ing. Böck unterm 25. April 1924 hierzu Stellung genommen und die Richtigkeit der Theorie der Gibson'schen Methode, sowie deren Ergebnisse verfochten. Nach Niederschrift dieser Klarstellungen wendet sich Herr Gibson unterm 10. Juli an die Z. d. V. d. I. und unterm 19. Juni an uns in dieser Angelegenheit, und wir stellen ebenso gerne fest, daß die mit der Gibson'schen Methode erhaltenen Ergebnisse, insbesondere auch an der Niagara-Turbine, einwandfrei sind, wie wir bemerken, daß die Richtigstellung der unzutreffenden Kritik in unserer deutschen Fachpresse durch unsere deutschen Fachleute von selbst und schon vor der Stellungnahme des Herrn Gibson erfolgte. Es ist dies wohl der Beweis dafür, daß es den deutschen Fachleuten nicht darum zu tun ist, amerikanische Leistungen in ein schiefes Licht zu stellen, daß vielmehr auch ausländische Erfolge unvoreingenommen vermerkt werden.

Die Zeitschrift „Power" bringt hierüber eine Erörterung und beginnt mit dem typischen Satz „es hätte in der Literatur eine Entwicklung Platz gegriffen, die ein interessantes Seitenlicht auf das Verhältnis zwischen dem amerikanischen und europäischen Turbinenbau werfe". Unzweideutig bezieht Herr Burchard Taylor dies auf eine absichtliche Verkleinerung der amerikanischen Leistung und wirft den deutschen Fachleuten kritiklose Herabsetzung der amerikanischen Erfolge vor. Herr Taylor möge sich aber daraus, daß die Richtigstellung der Pantell'schen Kritik schon lange v o r jeder aus Amerika gekommenen Gegenäußerung erfolgte, davon überzeugen, daß sein Vorwurf der Voreingenommenheit mindestens leichtfertig ist. — Wenn wir die ausländische Fachpresse auf kritiklose Uebernahme fascher Nachrichten hin prüfen wollten, die aber dann nachträglich n i c h t richtiggestellt werden, dürften wir vielleicht sogar mehr Erfolge haben. So sei nur während des Krieges an die im Ausland verbreiteten falschen Nachrichten über den Tod Ziv.-Ing. Hallingers, der vor dem Kriege mit der Projektierung großer ausländischer Wasserkraftanlagen in Schweden, Norwegen, Rußland und insbesondere Finnland (dort mit dem Imatra- und Saimawerk) beschäftigt und deshalb eine nicht gern gesehene Konkurrenz war, auf dem Felde der Ehre und vor nicht langer Zeit auf die Nachricht in der englischen Fachpresse hingewiesen, daß die deutsche Industrie nicht in der Lage sei, eine Anlage wie das Walchenseewerk in Betrieb zu bringen, und das sind doch Dinge, von deren Gegenteil sich jeder persönlich überzeugen kann. (W. 178.) Die Schriftleitung.

Neue Methoden der Wassermessung. Für die Messung großer Wassermengen in geschlossenen Leitungen beliebigen Durchmessers ist in Amerika von Charles M. Allen und Edwin A. Taylor eine interessante neuartige Methode ausgebildet worden, welche sich in einer Druckschrift der „American society of Mechanial Engineers" sowie auszugsweise im „Power" 1924, April 29., Seite 683, beschrieben findet. Diese Methode geht davon aus, durch Einführung einer Salzlösung in das strömende Wasser die Leitfähigkeit desselben für den elektrischen Strom zu erhöhen. Es findet jeweils eine kurzzeitige stoßartige Einspritzung der Salzlösung aus einer in der Mitte des Rohres angebrachten Düse statt, so daß im Wasser sozusagen eine mit Salzlösung angereicherte Wasserwolke entsteht.

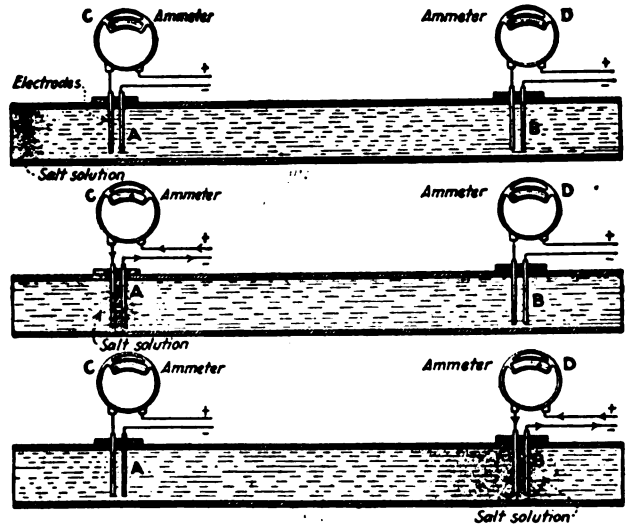


Abb. 1. Prinzip der Salzmethode.
(Die Salzlösung fließt mit der Strömung von links nach rechts.)

Fließt diese Wasserwolke zwischen geeignet im Rohr eingesetzten Elektroden durch, welche nach Abb. 1 mit einer Stromquelle und einem Strommesser bzw. Galvanometer verbunden sind, so muß sich der Durchgang dieser Salzlösungswolke durch eine Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit, also durch eine Steigerung des Stromdurchganges, der bei reinem Wasser sehr gering ist, bemerkbar machen, und der Zeitpunkt der Widerstandsverringerung (des Eintritts der Salzlösungswolke zwischen die Elektroden) sich scharf markieren. Bringt man nun, wie die Abb. 1 zeigt, in einem genau gemessenen Abstand von einander zwei solche Widerstandsmeßstellen hintereinander an und führt dann vor der ersten Meßstrecke stoßweise die Salzlösung ein, so wird zunächst der eine Strommesser und eine bestimmte Zeit hernach, welche der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers in der Rohrleitung entspricht, der zweite Strommesser einen erhöhten Ausschlag zeigen. Die Strommesser werden als registrierende Instrumente ausgebildet. Aus den beiden Diagrammen ist die Zeit, welche der mit Salz angereicherte Wasserquerschnitt zur Zurücklegung der Meßstrecke zwischen den beiden Meßstellen benötigt hat, genau abzugreifen und kann hieraus die Wassergeschwindigkeit berechnet werden.

Das Prinzip selbst ist unter Kontrolle durch einen Venturimesser im polytechnischen Institut in Worcester eingehend geprüft worden, wobei auch über die günstigste Ausbildung der Einspritzvorrichtung und der Elektroden eingehende Versuche angestellt wurden. Die größten Abweichungen zwischen der Venturi-Messung und der beschriebenen Meßmethode betrugen 1—4%, das Mittel der Abweichungen bei 1012 Messungen ergab sich zu 0,05%.

Digitized by Google

— Der Durchtritt der Salzlösungswolke durch die Elektroden ist selbstverständlich keine scharfe Spitze, sondern ein etwa nach Abb. 2 etwas auseinandergezogenes Ansteigen und Fallen des Widerstandes. Bei der unteren Elektrode wird die Auseinanderziehung infolge der Vermischung der Salzlösung mit dem Wasser größer sein

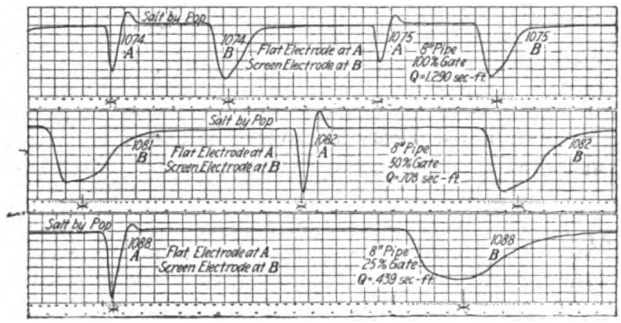


Abb. 2. Kurven der Registrier-Instrumente.

als bei der oberen Elektrode. Für die Bestimmung der Zeit nimmt man daher die Schwerpunkte der von den Instrumenten aufgezeichneten Stromkurve an, welche sich leicht und scharf bestimmen lassen. Eingehend untersucht wurde die günstigste Form der Einspritzungsdüse und der Widerstandsmeßelektroden. Die Einspritzung der Salzlösung muß plötzlich und mit einer allseitigen schirmartigen Ausbreitung von dem Mittelpunkt des Rohres aus erfolgen. Die Düse besteht demnach aus einer auf einer Seite offenen, mit einer elastischen Platte verschlossenen Dose, welche durch eine Rohrleitung und ein Schnellschlußventil mit einem Windkessel, der die Salzlösung enthält, verbunden ist. Nach Aufpumpen des Windkessels auf entsprechenden Druck wird das Schnellschlußventil ruckweise betätigt und bei jeder Betätigung hebt der entstehende Druckstoß der Salzlösung den federbelasteten Deckel der Düse für einen Augenblick, so daß nach allen Seiten die Salzlösung in das strömende Wasser austritt.

Die Meßelektroden werden, wie Abb. 3 für einen runden Meßquerschnitt und Abb. 4 für einen rechteckigen Meßquerschnitt erkennen läßt, durch isoliert befestigte Drähte oder Rohre gebildet, welche mit den Stromzuführungen in Verbindung stehen und wobei bei größeren Durchmessern bzw. Weiten entsprechend der von der Mitte nach außen hin abnehmenden Konzentration der Lösung bzw. Leitvermögen die beiden Pole in der Mitte weiter hintereinander entfernt sind als an den Enden, was durch zweckmäßig isolierte Verspannung leicht erreicht werden kann.

Diese Meßeinrichtung, welche sowohl in geschlossenen eisernen oder Betonrohrleitungen wie in Spiraleinläufen von Turbinenkammern, kurz in jedem voll gefüllten Durchflußquerschnitt verwendet werden kann, ist deshalb bemerkenswert, weil sie infolge der Einfachheit und Billigkeit der in die Leitung fest einzubauenden Einrichtungen, welche bei größeren Kraftwerken in jede einzelne Turbinenzuleitung von vornherein eingesetzt und darin gelassen werden kann, die Möglichkeit gibt, regelmäßig von Zeit zu Zeit auf bequemste Weise Wassermessungen und Wirkungsgradproben während des Betriebes zur Ueberwachung des Zustandes der Turbine vorzunehmen. Es ist nur ein gemeinsamer Druckkessel mit einigen 100 Litern Inhalt nebst Pumpe und die Zuleitungen zu den einzelnen Rohren von vornherein einzurichten. Die eigentliche Meßeinrichtung, bestehend aus den beiden registrierenden Strommessern, kann dann in jeder der jeweils zu messenden Rohrleitungen eingelegt und die Messung ohne jede weitere Vorbereitung oder vorheriges Abstellen der Maschinen vorgenommen werden. Seit 1922 ist eine Anzahl von Wassermessungen auf diese Weise angestellt worden für Turbinen bis 50 000 PS mit Windkesselinhalten von rund 700 bis 5500 Ltr. und in Meßquerschnitten von zirka 3,3 bis 6,6 m l. W., sowie in rechteckigen Querschnitten von 3 × 21 m. Die Zahl der Einspritzdüsen wechselt zwischen einer von 60 mm Durchm. in Eisenleitungen, bis zu 24 in Zuläufen aus Beton. Der Abstand zwischen den Elektroden variiert zwischen 1,6 mm und 100 mm, als Strom wurde Wechselstrom von 110 Volt verwendet. Diese Art

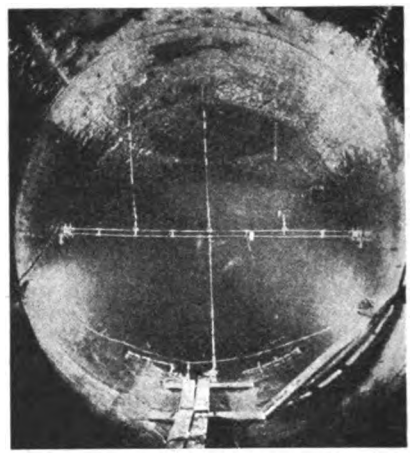


Abb. 3. Elektroden in einer Eisenbeton-Rohrleitung.

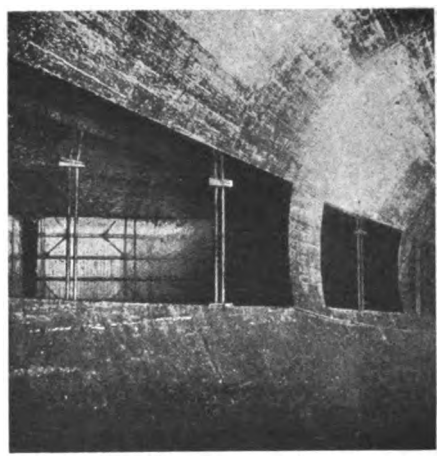


Abb. 4. Elektroden in rechteckigem Einlauf.

von Messung ist, wie die Erfahrung an 1012 Einzelmessungen bei 123 Versuchsreihen gezeigt hat, außerordentlich genau und die Abweichungen zwischen den einzelnen Versuchen betragen meist unter 1%. Sie ist jedenfalls einfacher als die Methode von Gibson, welche bekanntlich auf der Messung der Druckschwankung beruht, die bei Aenderung der durchfließenden Wassermenge in einer Rohrleitung entsteht, deren Auswertung wesentlich schwieriger ist und sich, da sie Aenderungen in den Wassermengen voraussetzt, nicht ohne weiteres im laufenden Betrieb so einfach durchführen läßt.

Aelter als die vorbeschriebene Methode der chemischen Wassermessung, welche auf der Veränderung der Leitfähigkeit für den elektrischen Strom beruht, ist die sogenannte Titrierungsmethode, d. h. die Einführung von Chemikalien bestimmter Menge pro Zeiteinheit in das Oberwasser und die Messung des Konzentrationsgrades, woraus unmittelbar die Wassermenge in der Zeiteinheit folgt. Hierüber berichtet Ing. C. G. J. Vreedenbourgh in einer Veröffentlichung im Waterstaats-Ingenieur 1923, Nr. 5, an Hand von Messungen, welche durch die Behörde für Wasserkraftbau und Elektrizität in Niederländisch-Indien ausgeführt wurden. Die Methode wurde in einer Hoch-

Digitized by Google

druckanlage der Zentrale Pakar für die Versorgung von Bengkok in der Weise durchgeführt, daß im Wasserschloß vor dem Rohreinlauf aus einem Behälter von 120 Liter Fassungsvermögen bei einer Wassermenge zwischen rund 950 und 1300 l/sec. rund 75 cm³ pro Sek. Ag No_3 eingegeben wurden, bei rund 700 Liter pro Sek. eine Menge von etwa 1,8 cm³. Aus dem zur Turbine führenden Abzweig des Druckrohres wurden die auf ihre Konzentration hin zu untersuchenden Proben in gewissen Zeitabständen entnommen. Zur Kontrolle der Messung wurde außerdem ein Ueberfall nach Rehbeck im Unterwasser eingebaut, außerdem auch noch Flügelmessungen vorgenommen. Die Uebereinstimmung zwischen der chemischen Messung und den Kontrollmessungen ist bemerkenswert gut. Die gleichen Ergebnisse zeigten sich gelegentlich von Abnahmeversuchen beim staatlichen Elektrizitätswerk in Podebrad. Auch dort ergab die chemische Methode durch Einführung von Kochsalzlösung in den Zulaufkanal und zwar in einer Menge von durchschnittlich 0,87 kg pro Sekunde bemerkenswerte Uebereinstimmung mit sorgfältigst ausgeführten Flügelmessungen. Die zur Konzentrationsbestimmung dienenden Wassermengen wurden dem Unterwasser durch eine an einer Stange befestigte Flasche entnommen, welche durch eine Schnur in der gewünschten Tiefe entkorkt wurde. Innerhalb fünf Minuten wurden sechs Proben an verschiedenen Stellen des Querschnitts entnommen. Die Probeentnahmen und die Flügelmessungen fanden gleichzeitig statt. Das Mittel der fünf einzelnen Konzentrations-Messungen weicht nur unwesentlich von den Einzelergebnissen ab, und das Gesamtergebnis der chemischen Wassermessung ergab sich um 2,27% höher als das Ergebnis der Flügelmessung bei einer Wassermenge von rund 5,6 m³/sec. Bemerkenswert aus der letzteren Messung ist die einfache Einrichtung, mit welcher die chemische Wassermessung ausgeführt werden kann. Auf dem Schützensteg war in einem hölzernen Bottich etwa 1000 Liter konzentrierte Kochsalzlösung aufgestellt, wozu etwa 350 kg Salz notwendig waren. Aus dem Bottich wurde die Salzlösung durch einen Hahn und Gummischlauch in einen offenen Blechbehälter abgelassen, welcher im Boden mit Hahn und einem Rohransatz versehen war. Das Gefäß war mit dem oberen Rand sorgfältig horizontal ausgerichtet aufgestellt. Der Zufluß des Salzwassers in das Meßgefäß wurde durch den Hahn am Bottich so eingestellt, daß das Wasser etwa 2—3 mm hoch über den Behälterrand überfloß. Das überfließende Salzwasser sammelte sich in einem das Meßgefäß umgebenden zweiten Gefäß, von wo aus es in das zur Bereitung der Salzlösung dienende Faß zurückfließen konnte. Unter dem Meßgefäß war quer über den Zulaufkanal eine gelochte Holzrinne von 4 m Länge aufgehängt, in welche die Salzlösung aus dem Meßgefäß durch ein vertikales Rohr geleitet wurde. Diese Verteilungsrinne besaß 18 Oeffnungen zum Abfluß der Salzlösung. Zur Bestimmung der pro Sekunde in das Oberwasser ausfließende Salzwassermenge wurde zunächst das Meßgefäß auf eine Dezimalwage gestellt und in das Vorratsfaß entleert, auf diese Weise also die Ausflußmenge pro Sekunde aus dem Meßgefäß in die Meßrinne ermittelt. Es ist hieraus ersichtlich, daß diese Art der chemischen Messung nur einfache und sogar behelfsmäßig vorzubereitende Einrichtungen nötig macht, jedenfalls weit einfacher vorzubereiten ist als eine Ueberfallmessung und in vielen Fällen auch eine Flügelmessung.

Eine andere Bestätigung für die Genauigkeit der Salzlösungs-Messungen findet sich in dem von Dufour in „Schweiz. Bauztg." Bd. 84, Nr. 4, auf S. 42 veröffentlichten Bericht über die Messungen im Kraftwerk Klösterli 1918. Dort ergab die Messung in zwei Rohrleitungen von 995 und 1011 mm l. W., welche parallel geschaltet eine Turbine von 3500 PS unter 220 m Gefälle speisten, mit Flügel in der Vertikale (nach dem in diesem Heft S. 295 beschriebenen Verfahren) eine Wassermenge von 1513 l/sec. gegenüber einem Ergebnis von 1514,5 l/sec. nach der Salzlösungsmessung. Nachdem die Zuverlässigkeit der Flügelmessung in geschlossener Rohrleitung durch die Erfahrung außer Zweifel gestellt ist, vermag dieses Resultat die Schärfe der Salzlösungsmethode nur zu bekräftigen.

Die beschriebenen neuen Wassermeßverfahren — die Titrierungsmethode ist auch in der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 1915, Seite 205, bereits dargestellt — dürften in vielen Fällen neben ihrer erprobten Genauigkeit durch ihre Einfachheit und, soweit es die erstbeschriebene Methode von allen betrifft, auch durch die stete Verwendbarkeit für Betriebsmessungen und regelmäßige Kontrolle steigende Beachtung verdienen. (W. 179.)

Rdl.

Wasserkraftmaschinen.

Die größten horizontalen Zwillings-Francisturbinen der Welt sind die teils von J. M. Voith, Heidenheim, teils von A. B. Karlstads Mekaniska Verkstad, Verkstaden i Kristinehamn, gebauten 13 400 PS-Einheiten des Raanaasfoss-Kraftwerkes in Schweden, worüber Ing. Thoresen in „Z.d.V.d.I." 1924, Heft 15, näher berichtet. Als Leistungswerte waren vorgeschrieben: Gefälle 12,25 m; Wassermenge normal 92 m³/sec.; Drehzahl 107; höchstes Gefälle 14,0 m entspr. 99 m³/sec. und 14 600 PS. Die beiden Firmen, welchen je drei Turbinen zufielen, lösten die Aufgabe, Zwillingsturbinen von bisher noch nirgends vorgekommener Schluckfähigkeit und Leistung zu schaffen, auf den ihnen eigenen verschiedenen Wegen. Voith hielt am dritten Lager im Saugkrümmer fest in Anbetracht der großen Länge der Turbinen, welche die bisher größten Zwillingsturbinen des Untrawerkes noch übertreffen und schaffte für dasselbe eine Bedienungskammer, die von schräg unten durch einen rohrförmigen Steigschacht zugänglich ist (Abb. 1). Die Länge der Turbine beträgt 13,3 m

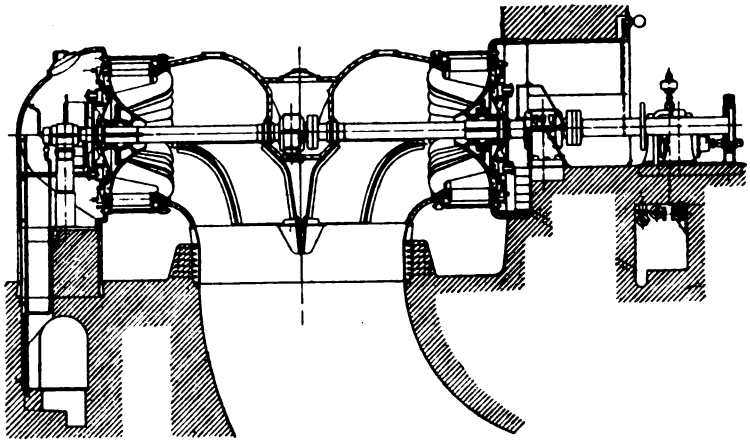


Abb. 1. Turbine von Voith für Raanaasfoss.

bei einer Höhe von 6,25 m und einem Gewicht mit Regler von 226 t. Die Laufräder von 3460 mm Austrittsdurchmesser haben 17 mm starke Stahlblechschaufeln, die in das Stahlgußrad eingegossen sind. Die 1050 mm breiten Leitschaufeln sind einzeln herausnehmbar. Das wasserseitige Lager, das durch einen geräumigen Schacht zugänglich ist, ist als Kammlager mit Wasserinnenkühlung ausgeführt. Die größte Lagerentfernung beträgt 6575 mm. Der Krümmer besteht aus nur vier mächtigen Gußstücken. Die Regulierung ist als Außenregulierung gebaut, der Regler entwickelt 14 000 mkg. Die Welle ist dreiteilig und hat bei 18 m Gesamtlänge einen größten Durchmesser von 475 mm, der Tragring des Saugrohrkrümmers mißt 5320 mal 5320 mm, die Regulierwelle hat 300 bis 410 mm Durchmesser. Verkstaden, Kristinehamn, behielt ihre im Untrawerk bewährte kühne Konstruktion mit nur zwei Lagern bei einem Lagerabstand von 12 138 mm bei, so daß im Saugkrümmer keinerlei Einbauten vorhanden sind. Der Saugkrümmer ist das Ergebnis eingehender Modellversuche, welche zeigten, daß kleine Aenderungen der Formgebung den Wirkungsgrad um 5—6% herabsetzen

Digitized by Google

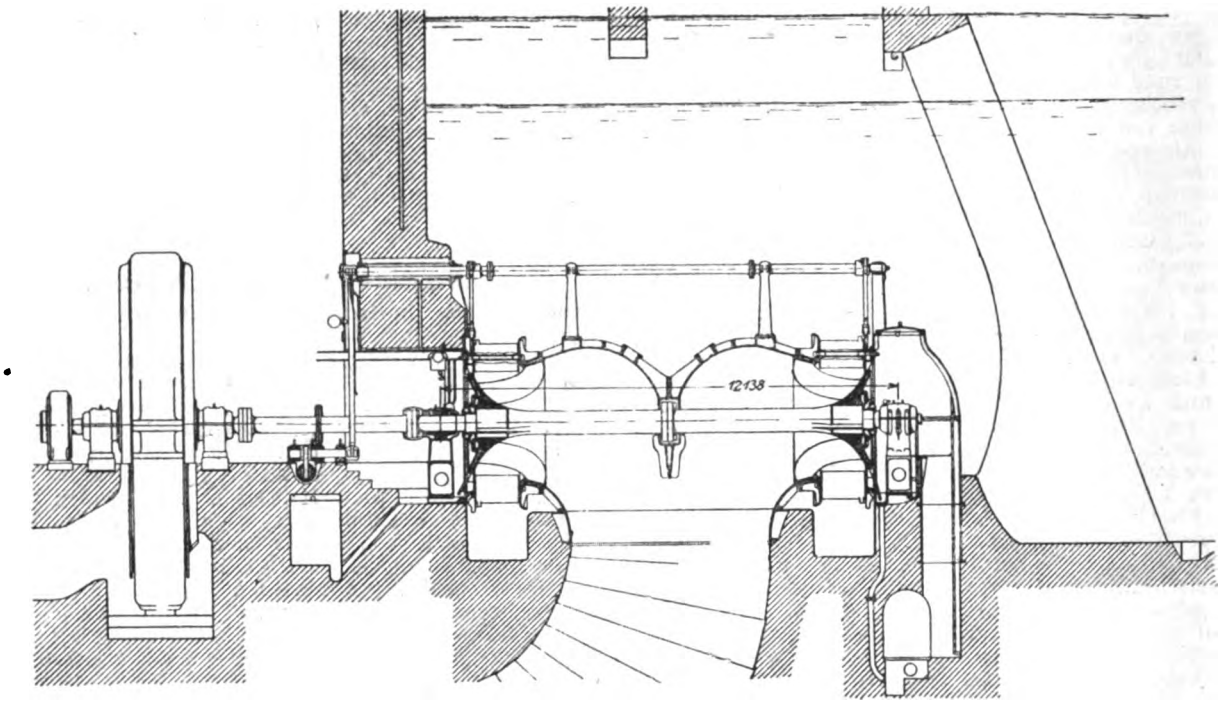


Abb. 2. Turbine von Verkstaden für Raanaas'oss.

können. Jede dieser Turbinen (Abb. 2) wiegt mit Regler zusammen 234 t. Die ebenfalls dreiteilige Welle, die in ihrer ganzen Länge durchbohrt ist, hat zwischen den Laufrädern 625 mm Durchmesser, die Lager sind mit Ringschmierung ohne Wasserkühlung versehen und bemerkenswerter Weise ohne Kämme ausgeführt, der Achsialschub wird rein hydraulisch ausgeglichen. Die Laufräder mit einem größten Durchmesser von 3340 mm haben eingegossene Schiffsblechschaufeln und eine verhältnismäßig geringe Schaufelzahl, die Leiträder besitzen je 20 einzeln herausnehmbare Schaufeln und Innenregulierung, der Regler entwickelt ein Arbeitsvermögen von etwa 10 500 mkg. Zur Verbesserung der Wasserführung vor den Leiträdern ist der Turbinenkammerboden an diesen Stellen als Teil eines Spiralgehäuses geformt. Von Interesse ist noch die Ausführung der Nischen im Maschinenraum: in die Nischen sind an die Leitraddeckel angeschlossene Gußrahmen eingemauert, welche auch das Außenlager tragen. Diese Rahmen sind mit Stahlblech verkleidet und der Zwischenraum zwischen Verkleidung und Mauerwerk ist entwässert zur Ableitung von Sickerwasser aus dem Beton, wodurch die unschönen Feuchtigkeitsflecken wirksam verhindert werden.

Die Abnahmeversuche ergaben für die Voith-Turbinen 85% höchsten Wirkungsgrad bei 11 400 PS, für die Verkstadenturbinen 90,1% maximal bei 11 360 PS. Außerdem bestätigen die eingehenden Abnahmeversuche die völlige Gültigkeit der Modelltheorie[1]) durch die genaue Uebereinstimmung der Wirkungsgradkurven für das auf Veranlassung des Bestellers geprüfte Modellrad von 650 mm Durchmesser. Die Kurve des im Verhältnis 2950:650 vergrößerten Rades zeigt genau den gleichen Verlauf und ist nur um den nach Camerer zu berechnenden Betrag höher gelegen. Weiter beweist dieser parallel verschobene Verlauf der Kurven die genaue Uebereinstimmung der Schaufelform und -Winkel mit dem Modell. Bei den Voith-Turbinen zeigt sich dieselbe Kongruenz der Wirkungsgradkurven, nur ist hier die Kurve des vergrößerten Rades gegenüber dem Modellrad seitenverschoben als Folge eines nicht ganz genauen Eingießens der Schaufeln in den Kranz.

Ein weiterer Schluß aus den Ergebnissen ist der Wert möglichst geringer Schaufelzahlen und glatter Schaufelformen, denn je weniger und je glatter geformte Schaufeln ein Laufrad besitzt, desto geringer muß die Auswirkung etwaiger Ungenauigkeiten beim Einformen auf den Wasserdurchlaß und Wirkungsgrad sein.

Im Anschluß an die Beschreibung der Raanaasfossturbinen von Thoresen in „Power" vom 19. Febr. 1924 knüpft jene Zeitschrift noch einige vom Standpunkt der amerikanischen Fachleute interessanten Bemerkungen über die grundlegenden Verschiedenheiten im Wasserturbinenbau, die wir auszugsweise wiedergeben wollen:

„Zu Ende des letzten Jahres machte einer der führenden amerikanischen Fabrikanten von Wasserturbinen bei der Erläuterung der wasser-elektrischen Entwicklung im Laufe von 1923 folgende Ausführungen: „Das 4. Aggregat für die ‚Long Lake Station' der Washington Wasserkraft-Ges. wurde im letzten Jahre eingebaut. Es ist den drei bestehenden Einheiten ähnlich mit horizontaler Welle, Laufrädern mit doppeltem Einlauf und gemeinsamem Ablauf und ist in einen schon bestehenden Schacht eingebaut. Seine Leistung beträgt 22 500 PS unter einem Gefälle von 168 Fuß (= 51,3 m). Die Tatsache, daß dies das einzige horizontale Aggregat ist, das diese Gesellschaft vor einigen Jahren gebaut hat, zeigt deutlich, wie vollständig die horizontale Anordnung in allen neuen Anlagen durch die vertikale Einrad-Type „verdrängt wurde". Die Verbreitung der Vertikal-Francis-Turbinen in anderen Anlagen, in denen ursprünglich horizontale Turbinen eingebaut waren, ist eine weitere Bestätigung dieser Ausführung...

Bei der bei uns fast allgemeinen Einbürgerung der vertikalen Turbine in allen wichtigen Betrieben mit Gefällen bis über 800 Fuß (= 240 m) will es wundernehmen, daß in Europa Horizontalturbinen in einem für diesen Kontinent sehr bedeutenden Betrieb eingerichtet wurden. Dort hat die vertikale Francisturbine hinsichtlich des allgemeinen Entwurfes der Maschine und ihrer Teile Mustergültigkeit gewonnen[2]). Die bemerkenswerten Höchstleistungen an Nutzeffekt und Dauerhaftigkeit dieser Aggregate haben das Urteil der Fachleute wohl gerechtfertigt, das diese Konstruktion billigt...

[1]) Vgl. Camerer, Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen, S. 299 ff.

[2]) Ein interessantes Zugeständnis gegenüber den häufigen geringschätzigen Urteilen Amerikas aus neuerer Zeit! D. Schriftltg.

Digitized by Google

Kein diesen Aggregaten ähnlicher Entwurf kann gefunden werden. In drei Maschinen, die von der einen Fabrik geliefert wurden, ist eine sehr lange Welle verwendet ohne ein Zwischenlager zwischen den Rädern, was eine Gesamtlänge von 40 Fuß zwischen den Lagern ergibt. In den anderen drei Maschinen ist eine dünnere Welle mit einem zwischenliegenden Lager verwendet.

Die Laufräder bestehen aus Stahlblechschaufeln mit Kränzen und Böden aus Stahlguß, im Gegensatz zu den gußeisernen Rädern, die fast überall an allen großen Turbinen im Lande (in Amerika) gebaut werden.

Die meisten Konstruktionsmöglichkeiten bestehen für Saugrohre. Bei dem einen Entwurf ist die übliche Form des Krümmers verwendet, während im anderen Leitbleche eingebaut sind, welche den Auslauf in vier Abteilungen teilen. Eine Probe, die hier an Modellen gemacht wurde, zeigt, daß Leitbleche für den Wirkungsgrad von Nachteil sind. Es mag möglich sein, ein Leitblech so einzubauen, daß es an einem Belastungspunkt vorteilhaft ist, aber bei einer anderen Belastung wird es nicht so gut sein. Die Tatsache, daß die Turbinen mit Leitblechen in den Saugrohren ungefähr 5% geringeren Wirkungsgrad gaben als die anderen, dürfte die Ergebnisse dieser Versuche bestätigen, obwohl manchmal ein besserer Wirkungsgrad mit dem geteilten Saugrohr erreicht wurde. Die geringe Verschiebung der Schaufeln in den Laufrädern, die von den Ingenieuren als Grund für den geringeren Wirkungsgrad angegeben wurde, kann als keine zufriedenstellende Antwort gelten im Hinblick auf die Erfahrung bei uns mit geteilten Saugrohren."

Die Tatsache, daß die Amerikaner den Raanaasfossturbinen mit einer Leistung von pro Laufrad 192 PS nur solche von rund 31 PS pro Laufrad (unter 1 m Gefälle) entgegenhalten können, und die hier ausgesprochene Anerkennung über den europäischen Turbinenbau ist bemerkenswert. (W. 121.) Rdl.

Kurze Nachrichten

Neue Wasserkraftanlagen an der Stolpe. Zur Unterstützung der Ueberlandzentrale Belgard-Stolp werden an der Stolpe einige neue Wasserkraftwerke ausgeführt. Vor dem Kriege war hier nur das Glambockwerk in Betrieb, zurzeit sind vom Elektroverband die Kraftwerke Klaushof, Krien und Bedlin projektiert. Das Kraftwerk Klaushof befindet sich bereits im Bau. Nach Fertigstellung aller Kraftwerke wird Belgard-Stolp den Kohlenbetrieb einstellen und nur aus Wasserkraft Energie gewinnen. (W. 122.)

Geplanter Ausbau der Wasserkräfte in Argentinien. Die „Compania Hispano-Americana de Electricidad", deren Kapital zum Teil in schweizerischen Händen ist, und der das größte elektrische Kraftwerk in Buenos Aires gehört, hat umfassende Vorstudien vorgenommen, um in der Nähe des „Salto grande" des Rio Uruguay ein Kraftwerk zu erbauen, das etwa 180 000 PS. liefern soll. Ein französischer Ingenieur hatte seinerzeit die Möglichkeit der Ausnutzung des „Salto grande" genauer untersucht und eine diesbezügliche Konzession erhalten. Diese Konzession ist nunmehr von der genannten Gesellschaft erworben worden. Eine Studienkommission hat während mehrerer Monate das Projekt nochmals genau geprüft, und nachdem über die Lieferung der Energie zwischen den drei beteiligten Staaten Argentinien, Brasilien und Uruguay ein Abkommen erzielt worden ist, soll mit dem Beginn der Bauarbeiten noch im Laufe dieses Jahres mit großer Wahrscheinlichkeit zu rechnen sein. Gleichzeitig mit dem Ausbau des Kraftwerkes wird auch die Schiffbarmachung eines Teiles des Rio Uruguay in Angriff genommen werden. (W 131)

Wasserkräfte in Ceylon. An einem der großen Flüsse der Insel Ceylon, dem Mahaweliganga, können nach einem Projekt der englischen Regierung etwa 100 000 PS. ausgenützt werden. Außerdem kann ein weiteres Wasserkraftwerk von 50 000 PS. und vier kleinere Werke von 6000 bis 15 000 PS. errichtet werden. Mit den nahezu 200 000 PS. bisher ungenützter Wasserkraft jenes Flusses kann eine Reihe von Städten und Bahnlinien mit elektrischem Strom versorgt werden. (W. 146) Kra.

Neuere Tiroler Wasserkraft-Projekte. Die Marktgemeinde Imst plant den Ausbau zweier Wasserkräfte mit zusammen 700 evtl. 1400 PS, ferner ist noch die Ausnützung des Salvesenbaches mit zirka 2000 PS im Zusammenhang mit Industrieprojekten geplant. Auch die Brauerei Starkenberg in Imst plant den Ausbau einer größeren Wasserkraft für ihre eigenen Zwecke.

Im Zusammenhang mit der anscheinend energischer auflebenden Frage der Fernpaßbahn, welche selbstverständlich elektrisch betrieben werden soll, wird die Errichtung eines Werkes an der Loisach geplant unter Ausnützung einer Loisachstufe bei Ehrwald. Ein anderes großes Projekt zielt auf Ausnützung der Seebecken am Fernpaß, insbesondere des Blindsees, des Weißensees und des Mittersees ab, welche außerordentlich günstig für diesen Zweck gelegen sind und ein Gefälle von etwa 200 m für ein in der Talebene bei Fernstein gedachtes Großkraftwerk abgeben würden.

Im Rahmen dieser Versorgung und der heute in Tirol bestehenden etwa 350 Wasserkraftanlagen mit zusammen rund 80 000 PS Leistung würde dem Achenseewerk, welches bis Herbst 1928 in Betrieb gehen soll, ein wesentlicher Anteil am Energieausgleich evtl. auch mit Anschluß an Bayern und Salzburg zufallen. (W. 171)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Energiewirtschaft. Wasserkraft und Wärmekraft. Von A. Schönberg. „Bay. Ind. u. Land-Ztg." 1924 Nr. 24, S. 435—436. 1 Abb. (Prüfung der Frage der Kombination zwischen Wasserkräften und Dampfkräften).

— Zur Bedeutung der Mittel- und Kleinwasserkraftanlagen für die Landeselektrizitätsversorgung. Von Ing J. Hallinger, München. „Bay. Ind. und Land-Ztg." 1924, Nr. 24, O. 437. 3 Abb. (Zweck und Aufgabe der Mittel- und Kleinwasserkraftanlagen. Sie sollen als Ersatzwerke neben den Großwasserkraftanlagen beschleunigt ausgebaut werden).

— Die bayerischen Wasserkräfte im Dienste der allgemeinen Elektrizitätsversorgung des rechtsrheinischen Bayerns. Von Min.-Rat Holler, München. „Bayer. Ind.- und Land-Ztg." 1924, Nr. 24, S. 438—441. 4 Abb. (Allgemeine Angaben über Energie-Versorgung und -Deckung. Ausnützbarkeit der Wasserkräfte und Bedarf an Wärmekraftergänzung).

Wasserkraftanlagen. Das Kraftwerk Chaney-Pongny. Bulletin technique de la Suisse Romande, 1924, Nr. 15, S. 185—190 mit 11 Abb. (Beschreibung der Anlage und der 5 vertikalen Einheiten von je 7600—8700 PS unter 8,16—9 m Gefälle bei 83,3 Umdr. in Beton-Spiralen, ns = 510 bezw. 570; Modellturbine in 1/7 d. w. Gr.; Sichel-Laufräder; Bauausführung).

— Das Kraftwerk Burghausen der Alzwerke G. m. b. H., Maschinen- und Schaltanlage Von Wolff. Z. d. V. d. I. 1924, H. 28, S. 721—728, mit 6 Abb. (Eingehende Beschreibung der Turbinen, Generatoren, Schalt- und Kommando-Anlage dieses Kraftwerkes mit 5 je 10 000 PS-Einheiten; Schutzeinrichtungen gegen Ueberstrom und Spannungs-Erhöhung, Generatorbrände, Selektivschutz in den abgehenden Leitungen; 2 Elektrokessel von je 4000 kW Aufnahme zur Ausnutzung auch kurzzeitiger Ueberschußleistung. — Vgl. auch diese Z. 1923, H. 13 — Sonderheft Alzwerke — und Z. d. V. d. I. 1924, S. 355 — Turbinen —).

— Brummbachwerk Linthal der A.-G. der Spinnereien von H. Kunz in Windisch. Schweizerische Wasserwirtschaft 1924, Nr. 5, S. 91—93, m. 3 Abb. (Kurze Angaben über das 2650 PS Hochdruckkraftwerk).

— Elektrizitätswerk Illsee-Turtmann der Illsee Turtmann A.-G. Schweizerische Wasserwirtschaft 1924, H. 5, S. 93—94 m. 1 Abb. (Kurze Beschreibung des projektierten Hochdruckwerkes mit Speicherung, Gefälle 984 m, 1. Ausbau 8000 PS).

Digitized by Google

— Kraftwerk Etzel der Schweiz. Bundesbahnen. Schweizerische Wasserwirtschaft 1924, H. 5, S. 94—96, m. 1 Abb. (Kurze Beschreibung des Speicherwerkes mit 483 m Gefälle und 140 000 PS Ausbauleistung bei 22 400 PS mittlerer Leistung; Winterwerk).

— Die Wasserkraftwerke der städtischen Elektrizitätswerke München. Von Oberbaurat Zell, München. „B. Ind.- und Land-Ztg." 1924, Nr. 24, S. 450—452, 8 Abb. (Kurze Beschreibung der einzelnen Anlagen: Südwerk I, II und III, Uppenbornwerke und Leitzachwerk. Allgemeine Angaben über Energiebedarf und -Deckung).

Wasserkraftnutzung. Wirtschaftlicher Ausbau von Wasserkräften. Von Dipl.-Ing. F. Kammerer. „Bayer. Ind. u. Hand.-Ztg." 1924, Heft 24, S. 430—432. (Bespr. der Grundzüge der für den Ausbau von Wasserkräften maßgeblichen technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkte. Hinweis auf Fehler bestehender Anlagen und Wegen zu ihrer Behebung.)

— Durchlaufspeicherung in Kraftstaffelflüssen. Von Prof. Dr. Ludin, Schweizerische Wasserwirtschaft 1924, Heft 5, S. 76—85 mit 3 Abb. (Am Beispiel der Neckarkanalisation wird vom betriebstechnischen und wirtschaftlichen Standpunkt aus die Durchlaufspeicherung erörtert und als möglich gezeigt. Veredelung der nächtlichen Wasserkraftdarbierung und Beschränkung des Bedarfes an Aushilfsleistung.)

Wasserversorgung. Untersuchungen am Sandbett der Montebello Wasserfilteranlagen von Baltimore. Von J. R. Baylis. Engineering News Record Nr. 13 v. 27. 3. 24, S. 516—522; 9 Abb. u. 3 Tabellen. (Bericht über Beobachtungen von gelatinösen Verkrustungen der Sandkörner und der dadurch hervorgerufenen Rißbildung, deren Einfluß auf den Filterwirkungsgrad; Anwendung photogr. Verfahren; Bekämpfung des Uebelstandes.)

— Fortschritt am nördlichen Abzugskanal für die Stadt Los Angelos. Von W. T. Knowltown. Engineering News Record, Nr. 17 v. 24. 4. 24, S. 730—731; 3 Abb. (Beschreibung der Verlegungsweise der Zementrohre von 2,5 m, im Einschnitt bis zu 16 m Tiefe; Beschreibung der ganzen Anlage siehe Eng. N. R. v. 7. 6. 23. S. 1000 ff.)

— Das Sparinaer Wasserversorgungsprojekt für Tulsa, Oklahoma. Eng. News Record Nr. 19 v. 8. 5. 24, S. 816—818 mit 2 Abb. Kurzer Ueberblick über die soeben vollendete Anlage mit 15 m hoher Staumauer und 90 km langer Zuleitung aus Betonrohren von 1,6—1,8 m Durchmesser.

Wasserstraßen. Tagung des Bayerischen Kanal- und Schiffahrtsvereins zu Kulmbach. Die freie Donau 1924, H. 13 (Beilage). (Bericht über die Tagung, Geschäftsbericht, Referat von Geh. Baurat Contag über Verbindung der Weser mit dem bayerischen Wasserstraßennetz durch den Werra-Itz-Main-Kanal; Referat von Oberbauamtmann Ratz über die Schleusen- und Kraftwerksanlage bei Viereth im Main, Beschreibung dieser Teile).

Wasserbau. Die Erosionsrinne der Staumauer im Schräh des Kraftwerks Wäggital. Schweizerische Bauzeitung 1924, Bd. 84, Nr. 1, S. 8—9, m. 6 Abb. (Beschreibung der interessanten 40 m tiefen engen Erosionsrinne auf dem Grund der zur Aufnahme der Sperre dienenden Schlucht, Vorbereitungen für deren Abschluß).

— Bericht über die Versuche zur Ermittlung des Durchflußgesetzes und der Durchlässigkeitskonstanten für den Durchfluß von Wasser durch Kies und Sand in der Versuchsanstalt Manegg. Von Ing. W. Hugentobler. — Schweizerische Wasserwirtschaft. Mitteilungen der Kommission für Abdichtung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes Nr. 11 vom 25. Mai 24, S. 104—108, m. 3 Abb. (Versuchseinrichtung (Gerinne) in der Versuchsanstalt Manegg zur Ermittlung der Durchflußgeschwindigkeit durch Kies- und Sandfüllungen und Untersuchung der Selbstdichtung; Ergebnisse; Bestimmung der Durchflußkonstanten).

— Die Arbeiten für das Isarwehr in Oberföhring. Von Dyckerhoff & Widmann A.-G. Nürnberg. — Z. d. V. d. J. 1924, H. 27, S. 716—718, m. 4 Abb. (Allgemeine Beschreibung der umfangreichen Bauvornahmen: Druckluftgründung, Larsenspundwände. Baustellen-Einrichtung).

— Die Fördereinrichtungen beim Bau der Schwarzenbachtalsperre. Von Dr. Ing. Enzweiler. — Z. d. V. d. J. 1924, H. 27, S. 718—720 m. 5 Abb. (Verladeanlage an der Staatsbahn, Schrägaufzug, Baubahn- und Steinbruchbetrieb, Baumaschinen).

— Die Fördereinrichtungen beim Bau der Schwarzenbachtalsperre. Von Dr.-ing. Enzweiler. — Z. d. V. d. I. 1924 H. 28, S. 737—739, mit 3 Abb. (Fortsetzung aus H. 27). — (Kabelkrane für die Felsblöcke und Gußbeton, Mahl- und Brechanlage, Silos, Mischanlage).

— Der Bruch des Werkkanals der Alzwerke bei Burgkirchen. Die Bautechnik 1924, H. 27, S. 314 bis 315 m. 6 Abb. (Kurzer Schadensbefund, mutmaßliche Ursachen: Grundwasserstauung, Erdstöße. — Vergleiche unsere Zeitschrift Heft 10, S. 164).

— Der Druckabfall in glatten Röhren und die Durchflußziffer von Normaldüsen. Von M. Jakob und S. Erk, Charlottenburg. — Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. „V. d. I." 1924, Nr. 12, S. 581—584. 7 Abb. 3 Zahlen-Tafeln. (Prüfung des Gesetzes des Druckabfalles im Bereich der Reynoldschen Zahlen R=86 000—462 000. Die bisher meist gebräuchliche Potenzformel für die Widerstandsziffer als Funktion der Reynoldschen Zahl versagt oberhalb R=100 000 und muß durch eine andere Gleichung ersetzt werden. Bestimmung der Durchflußziffer von Normaldüsen und einer kürzeren Düse mit Luft und Berechnung der strömenden Menge aus dem Duckabfall in vorgeschalteten glatten Messingröhren nach der erwähnten neuen Gleichung).

— Einfluß der Wassermenge auf die Abbindetemperatur von Zement. Von J. Bertet. Le Genie Civil Nr. 23 v. 7. 6. 24, S. 542—544; 6 Abb. (Mitteilungen der Ergebnisse von Untersuchungen über den Einfluß der Anmachwassermenge auf die Abbindetemperatur und die Würfelfestigkeit).

— Eine neue Methode für die Berechnung von Stau- und Senkungskurven. Von A. G. Husted. Engineering News Record Nr. 17 v. 24. 4. 24 S. 719 bis 722; 4 Abb. (Rechnungsweise gilt nur für künstliche gleichförmige Profile von Kanälen, Wasserleitungen, Angabe von Beispielen).

— Eine neue Peilröhre. Von A. T. Rude. Engineering News Record Nr. 19 v. 8. 5. 24, S. 806—807 m. 1 Abb. (Beschreibung des aus einer durchbohrten Messingstange bestehenden Gerätes, bei dem aus der beim Herabstoßen der Stange stattfindenden Luftverdichtung auf die Wassertiefe geschlossen wird).

— Geometrische Untersuchung der Theorie der Bewegung des Grundwassers im Geröll und der Wasserfilterung durch Sand. Von L. Burmester. München. Zeitschr. f. angewandte Math. und Mechanik, Band 4, Februar 1924, S. 33—52; 25 Abb. (Zur Unterstützung des Vorstellungsvermögens wird der Filtersand durch Kugeln dargestellt und deren engste Lagerungsmöglichkeiten in verschieden geformten Gefäßräumen mathematisch untersucht).

— Versuche über Viskosität des Wassers in sehr engen Durchgangs-Querschnitten. Von K. v. Terzaghi, Konstantinopel. Zeitschr. f. angewandte Math. und Mechanik, Band 4, April 1924, S. 107—113; 2 Abb. (Ableitung einer die Beziehung zwischen Porenvolumen und der Durchlässigkeitsziffer eines körnigen Materials wiedergebenden Gleichung; Kritik von Widersprüchen zwischen errechneten Werten und Beobachtungsergebnissen).

— Halbkreisförmiges Gerinne von 1,8 m Halbmesser in Holz. Engineering News Record Nr. 15 v. 10. 4. 24, S. 612—613; 5 Abb. (Beschreibung des aus Dauben mit Rundeisenverspannung hergestellten Gerinnes. Vorteil: Billigkeit, schnelle Herstellung von 150 m je Tag).

— Modellversuche über das Verhalten der beweglichen Sohle in geschiebeführenden Flüssen. Von Engels. Der Bauingenieur 1924, H. 10, S. 293—295 mit 10 Abb. (Darstellung von Versuchsergebnissen in der Technischen Hochschule Dresden und deren Gegenüberstellung gegen die Ansicht von Lavale-Rapp).

Digitized by Google

— Anwendungsgebiete der Druckluft im Baubetrieb. Von Direktor Dr. ing. Hübler. Der Bauingenieur 1924, H. 10, S. 295—299. (Die Verfahren und Vorrichtungen für die Verwendung von Druckluft 1. zur Schaffung eines wasserfreien Arbeitsraumes. 2. zum Antrieb von Arbeitsmaschinen — Lokomotiven, Bohrer, Schärfmaschinen, Stampfer —, 3. zur Materialförderung).

— Vom Bau des „Tunnel du Rove". Von C. Andreae. Schweizerische Bauzeitung 1924, Bd. 84, Nr. 3, S. 27—29 mit 11 Abb. (Beschreibung dieses einem Schifffahrtskanal dienenden 7,12 km langen Tunnels von ca. 17,5 m Sohlenbreite, Bauausführung und Bauschwierigkeiten).

— Ueber die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete der Wasserkraftgewinnung vom Standpunkt des Bauingenieurwesens. Von Dr.-ing. Innerebner. — Die Wasserwirtschaft, Wien, 1924, H. 14, S. 238 bis 241. (See-Anzapfungen durch eigene Absenkungsstollen, durch den Betriebs-Entnahmestollen, durch Heber; Erfahrungen am Spullersee. Uferabbrüche. Staumauer: Stampf- und Gußbeton. — Forts. folgt.).

— Beziehung zwischen Grabenweite und Rohrbelastung. Von G. C. D. Lenth. Engineering News Record, Nr. 13 v. 27. 3. 24, S. 533—535; 14 Abb. (Untersuchungen über den Einfluß der Breite des ausgehobenen Rohrgrabens und der Lagerungsart auf die Belastung des Rohres; Aufstellung entsprechender Diagramme).

— Anwendung von Gurtförderern zum Aufbringen von Steinen auf Grundfaschinen. Engineering News Record Nr. 15 v. 10. 4. 24, S. 620; 1 Abb. (Beschweren einer 75 breiten und 300 m langen Faschine durch Steine, die mittels auf ihr fahrbarer Gurtförderer vom Ufer aus zugeführt werden; Mississippiregulierung).

— Uferbefestigungen aus Steinen und Maschendraht. Engineering News Record Nr. 13 v. 27. 3. 24, S. 525; 1 Abb. (Beschreibung einer in Kalif. mit großem Erfolg angewandten und erprobten Uferbefestigung. Auf einer im Boden verankerten Maschendrahtfläche wird eine 30 cm starke Steinschicht aufgebracht, die wiederum durch eine aufgelegte Maschendrahtfläche geschützt wird. Vorteile: Billigkeit, Nachgiebigkeit).

— Schäden am Rechen von Wasserkraftbetrieben. Von Dr. Ing. Leiner. Der Süddeutsche Müller, 1924, H. 27, Seite 297—298. (Fehlerhafter Bau, schlechter Zustand, mangelhafte Bedienung verursachen erheblichen Kraftausfall).

Buchbesprechungen

Die Venturi-Messung für Flüssigkeiten und Gase von Obering. W. E. Germer; herausgegeben von Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof.

Das Schriftchen behandelt auf 35 Seiten die Theorie der Venturimesser, sowie die registrierenden und anzeigenden Instrumente zur Bestimmung der Durchflußmengen der strömenden Flüssigkeiten und Gase. Es gibt eine kurze

454

Internationale Baumaschinenfabrik A.-G.

Tel.-Adr.: Ibag Neustadthaardt
Telefon Nummer 38 und 39

vormals W. L. Velten — Neustadt a.d. Haardt (Rheinpfalz)

baut in anerkannt bester Ausführung:

Komplette Schotter- u. Aufbereitungs-Anlagen in moderner wirtschaftl. Bauart
Vorbrecher-, Grob- u. Feinsteinbrecher, System Velten, bis 400 m³ pro Tag
Automobilsteinbrecher u. Sandwalzenbrecher (Modell 1924), System Velten
für Straßenschotter, Beton- und Bausand, Benzol- und Rohölmotoren (arbeiten billigst)

Kies-, Sandwasch- und Betonmaterial - Aufbereitungsanlagen
für den Bau von Wasserkraftwerken und Staumauern, Hoch- und Tiefbau für Tagesleistungen von 40 bis 1200 m³.

Dampf-, Motor- und Handrammen
mit Freifall- und Dampfbär, 350 bis 4000 kg Bärgewicht in der verschiedensten Art und moderner Ausführung.

Turmdrehkrane, Aufzüge, Friktions-Bauwinden,

Betonaufzüge mit Betonkipper, Betonschütt- u. Transportrinnen
(System Velten) für Guß-, Stampf- und Eisenbeton.

Betonmischanlagen, „System Ibag" (Betonmischmaschinen)
mit Zementmeß- oder Wiege-Apparaten für Tagesleistung pro Maschine bis 1000 m³.

Wir führen die Aufbereitungsanlagen in moderner, ökonomisch arbeitender Art aus und besitzen hierin jahrzehntelange Erfahrung, haben große Versuchsapparate und eine ganz modern eingerichtete Fabrikanlage einzig in ihrer Art in Europa zur Verfügung stehen. Wir sind in der Lage, in kurzer Zeit große Aufbereitungsanlagen aller Art und für jeden Zweck zu liefern sowie einzurichten.

Umbau von alten Anlagen auf größere Leistungen, Vermietung von Baugeräten, Motor- und Dampfstraßenwalzen,
605 Schwimm- und Trockenbaggern sowie Aufbereitungsanlagen.

Kleine Aufbereitungsanlagen sowie Gesteinsbohranlagen, Grob- und Feinbrecher, Motor- und Dampfstraßenwalzen stellen wir auf Wunsch für Aufschlußarbeiten zwecks Anlagen von Talsperren und Wasserkraftanlagen jederzeit mietweise zur Verfügung.

Digitized by Google

Uebersicht über die Grundlagen der Berechnung und Ausführung und zeigt damit die Eignung dieses einfachen Instrumentes für die Ueberwachung des Wasserverbrauches und Wasserhaushaltes, wie sie gerade für speicherungsfähige Hochdruckanlagen von besonderer Bedeutung ist.

Venturimesser-Liste 416 von Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof.

Gewissermaßen als konstruktive Fortsetzung des vorstehenden Büchleins gibt die vorliegende Liste die verschiedenen Ausführungen des Venturimessers und der Meßdüsen für Wasserkraftanlagen wieder, wie sie u. a. im Wäggitalwerk zum Einbau gelangen. Die verschiedenen Anzeige- und Registrier-Instrumente wie Leistungsanzeiger, Registrierapparate, Summierungsapparate usw. werden dargestellt und zum Schlusse Tabellen für die verschiedenen Durchflußleistungen und Größen der Messer gegeben. Die beiden Heftchen bilden für jeden mit Hochdruckanlagen Beschäftigten eine brauchbare Arbeitsunterlage. (W. 147.) Rdl.

Verschleierung der Angaben von Elektrizitätszählern und Abhilfe von Dr.-Ing. A. Geldermann, 126 Seiten Text mit 109 Abbildungen; Berlin 1923, Verlag Julius Springer; Preis geheftet Mk. 6.—.

Es erscheint gefährlich, ein Buch über die Fälschung von Elektrizitätszählerangaben zu veröffentlichen und damit sozusagen eine Gebrauchsanweisung von Zählerfälschungen zu geben. Andererseits ist es aber ebenso dankenswert, dieses ausgedehnte und ziemlich spezialisierte Gebiet, welches immerhin eine eingehende Durchdringung und mathematische Behandlung voraussetzt, einmal in einer Form darzustellen, welche auch dem Nichtspezialisten im Zählerwesen ein leichtes Hineinarbeiten in die zum Teil verwickelten Erscheinungen ermöglicht. Der Verfasser hat sich der nicht leichten Aufgabe mit großem Geschick unterzogen und dürfte wohl alle überhaupt möglichen absichtlichen und unabsichtlichen Falschschaltungen — nur auf Schaltungen, nicht aber mechanische Eingriffe erstreckt sich das Buch — dargestellt haben. Die Schrift erleichtert damit nicht nur die Kontrolle des erstmaligen Anschlusses, sondern auch die laufende Ueberwachung auf später herbeigeführte Aenderungen hin und gibt Rechenschaft über den Einfluß, welchen oft auch Fehler in der Anlage, einpolige Unterbrechungen oder fehlerhafte Verbindungen verschiedener Netzteile auf die Zähler herbeiführen. Das Buch kann jedem, der sich mit dem Zählerkontrollwesen zu befassen hat, bestens empfohlen werden, zumal da es, durchaus nicht übermäßig mit langen rein mathematischen Ableitungen beschwert, das Verständnis

ADRESSEN
aller Branchen aus Deutschland u. Ausland
Adressen-Verlag
„Bavaria"
München
Fürstenfelderstraße 13
Telefon 23184
Größter Adressen-Verlag Süddeutschlands * Eigene Buch- und Reklame-Druckerei

Honnefwerke Akt.-Ges.
Eisenhoch- und Brückenbau
Dinglingen (Baden)
Fernsprecher 536 und 546
Amt Lahr/Baden
*
Eisenbauten jeder Art
für Wasserkraftwerke
*
Eiserne Gittermaste
für Überlandleitungen etc.

Digitized by Google

auch für weitere Leserkreise aus der Fachwelt erleichtert. (W. 148.) Rdl.

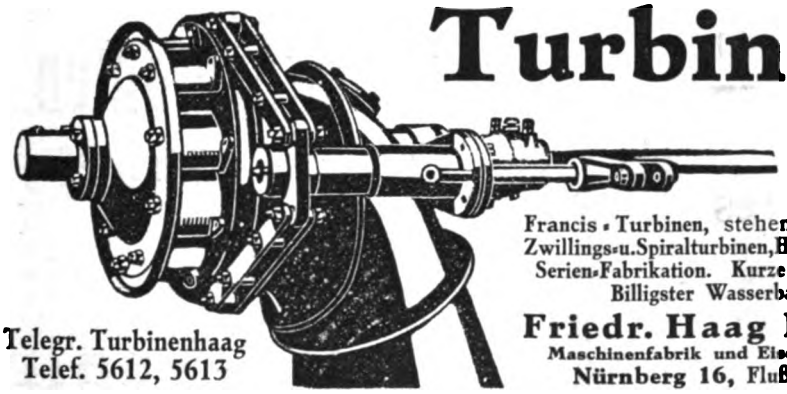
„Hütte des Bauingenieurs", herausgegeben vom akademischen Verein „Hütte" e. V. (Sonderausgabe des 3. Bandes der „Hütte", Ing. Taschenbuch, Berlin 1924, Wilhelm Ernst u. Sohn; gebunden 13.20 M.

Der vorliegende Band ist wieder mit allen dem heutigen Stand der Technik Rechnung tragenden Erweiterungen versehen. Der Abschnitt über Vermessungskunde hat eine neue Bearbeitung erfahren, welche insbesondere dem mit der praktischen Vermessungstätigkeit beschäftigten Ingenieur willkommen sein wird. Ebenso sind die Abschnitte über Fabrikanlagen sowie über Baumaschinen, Wasserbau und Wasserversorgung wesentlich erweitert. Eine Umarbeitung erfuhr auch der Abschnitt über Wasserkraftanlagen unter Angliederung eines neuen Abschnittes über Talsperren (bearbeitet von Regierungs- und Baurat E. Mattern). Diese Abschnitte können selbstverständlich nur das Grundlegendste bringen. Immerhin wäre dort aber bei dem über das Kraftwerk und seine baulichen Einrichtungen Gesagten eine Erweiterung auf die verschiedenen grundlegendsten Typen der Turbinen und der Anlagen erwünscht unter Ersatz der heute längst überholten Abbildungen z. B. des Kraftwerkes und Wasserschlosses der Sillwerke durch moderne Hochdruckanlagen unter Einbeziehung der typischen Kraftwerksformen für Vertikalturbinen in offenem und Spiraleinbau und der neuesten Formen mit den sogen. Haubenturbinen in versetzter Anordnung (Bauart Hallinger) und knapper Kennzeichnung der neuesten schnellaufenden Turbinengattungen. Die Wasserkraftausnützung an kanali-

Tibet Tief- u. Betonbau-Gesellschaft m. b. H. & Co.
München Westenriederstraße 21
Telegr.-Adr: Tibet München

Unternehmung für Tief- und Hochbau, Beton- und Eisenbeton
Fundierungen mit „Tibet-Eisenbetonpfählen" D. R. P.

Turbinen



Francis-Turbinen, stehend, liegend, Zwillings- u. Spiralturbinen, **Haagturbinen**, Serien-Fabrikation. Kurze **Lieferzeit!** Billigster Wasserbau!

Telegr. Turbinenhaag
Telef. 5612, 5613

Friedr. Haag Nachf.
Maschinenfabrik und Eisengießerei
Nürnberg 16, Flußstr. 25

Bei allen Anfragen bitten wir höfl. Bezug nehmen zu wollen auf „Die Wasserkraft"

BAHR'S Normograph Schriftschablonen

D.R.P. Auslandspatent. Vom Normenausschuß empfohlener Beschriftungsapp. Kostenl. Prospekt. Neu! Paustinktur Klementine.
FILLER & FIEBIG, BERLIN S 42

Holzimprägniermittel
Höntsch-Fluid
das beste und billigste Holz-Anstrich- und Imprägniermittel gegen Fäulnis und Schwamm. Seit Jahrzehnten bewährt. Verlangen Sie Preise und Prospekte
Höntsch & Co. MÜNCHEN Sendlingertorplatz 10
587

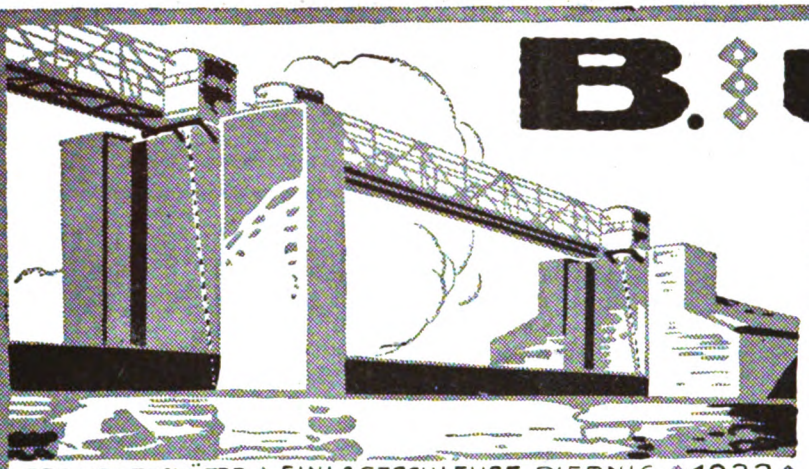
Eine Anzeige
in der internationalen Zeitschrift „Die Wasserkraft" ist für Sie der
beste Kunden-Werber!
305

Digitized by Google

sierten Flüssen und Kanälen ist kurz erwähnt. Ueber Wasserversorgung gibt Hofrat Dr. Forchheimer einen kurzen aber inhaltsreichen Abriß.

Das Buch ist wie die bisherigen Veröffentlichungen der „Hütte" ein außerordentlich wertvolles und für den praktischen Gebrauch des Ingenieurs wohl ziemlich lückenloses Nachschlagewerk, das denselben auch über die Grenzgebiete soweit zu informieren vermag, als nicht Einzelheiten in Frage kommen. Die hier auf dem Gebiete unseres Zweiges der Technik erwähnten Ausstellungen können bei einer Neuauflage unschwer Berücksichtigung finden. Ausstattung, Druck und Abbildungen sind, letztere trotz deren oft geringen Größe, vorzüglich und deutlich. Rdl.

(W. 139).



B. U. Co.

EISEN-
KONSTRUKTIONEN
BETONBAUTEN
FÜR DEN
WASSERBAU

SEGMENTSCHÜTZE ◇ EINLASZSCHLEUSE RIEBNIG ◇1922◇

BEUCHELT u. Co., GRÜNBERG i. SCHL.

Wasserschieber
Pumpwerke
für Städte u. Gemeinden
★
A. L. G. Dehne
Armaturen

Ueberflurhydranten
Feuerhähne
★
Halle–Saale
Maschinen-Fabrik

HOCHFREQUENZ-TELEFONIE
auf Hochspannungsleitungen.
BETRIEBSTELEFONANLAGEN
mit auf dem Hochspannungsgestänge verlegten Leitungen.
KTD SÜDDEUTSCHE TELEFON-, APPARATE-, KABEL- UND DRAHTWERKE A. G. NÜRNBERG KTD

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 17 **München, 1. September 1924** **19. Jahrgang**

Das Kraftwerk der Gemeinde Badgastein für Stromerzeugung und Wasserförderung

Von Baurat Ing. Otto Schueller, beh. bef. Zivil-Ing. in Villach.

A. Allgemeines.

Mit der Eröffnung der Tauernbahn hat der weltberühmte Kurort Badgastein am Ende des Gasteinertales in Salzburg einen gewaltigen Aufschwung genommen, der auch in erhöhter Bautätigkeit für Herstellung von Wohnungen und Badegelegenheiten, sowie Schaffung von Einrichtungen für Kurbedürfnisse zum Ausdrucke kam.

Der Anspruch von Gasthöfen und Miethäusern für Licht und Kraft, der beabsichtigte Bau eines elektrisch zu betreibenden Personen-Aufzuges zum Bahnhofe (Höhenunterschied 75 m), die vielen Ansuchen um Zuweisung von Heilwasser für neu eingerichtete Bäder stellte die Gemeinde-Verwaltung vor neue Aufgaben, die mit den bestehenden Einrichtungen nicht zu lösen waren.

Die gesamten, bisher zur Ausnützung gekommenen Thermalquellen, das vorhandene kleine Kraftwerk, die Hebewerksanlage für Heilwasser gehörten dem „Allerhöchsten Familienfonde" und waren von der Gemeinde nur in „Generalpacht" genommen worden. Nach schwierigen, lange währenden Verhandlungen gelang endlich im Frühjahr 1913 die Erwerbung in das Eigentum der Gemeinde und diese ging nun rasch an die zweckmäßige Ausgestaltung des neuen Besitzes, wozu vor allem der Bau eines den voraussichtlichen Anforderungen genügenden Wasserkraftwerkes gehörte. Seine Herstellung mußte die Grundlage für die dringend notwendige Ordnung der Thermalwasserwirtschaft, der unzulänglichen Straßenbeleuchtung, der Stromversorgung von Gasthöfen und Miethäusern bilden.

Die Ausnützung der mittleren und unteren Gefällsstufe des großen Wasserfalles der Gasteiner Ache inmitten des Kurortes war von selbst gegeben (Abb. 1) (der obere Fall war bereits von privater Seite in Anspruch genommen), nur bestanden an dem in Frage kommenden rechten Ufer, längs des sogenannten „Mühlbaches", der unterhalb der „Hohen Brücke" als Entlastungslauf der Ache abzweigte, vier Triebwerke, von denen jetzt zwei im Besitze der Gemeinde, zwei in dem von Privaten waren. Nach langdauernden, schwierigen Verhandlungen, für die es damals noch keine unterstützenden Gesetze gab, gelang die Ablösung des einen Werkes und die käufliche Erwerbung des anderen. Für erstere mußte eine dauernde Lieferung der ausgebauten 126 PS mit beizustellenden Ersatzmaschinen zugestanden werden. Gegen Zusicherung der Benützung des gesamten Achewassers in der wasserärmeren Zeit des Winters mußte auch einem, am linken Ufer in der Gefällstrecke gelegenen Werksbesitzer die Lieferung von 35 kW elektrischer Energie aus dem Werke der Gemeinde eingeräumt werden.

Damit waren die Grundzüge für Schaffung des neuen Kraftwerkes gegeben, das aber noch keine endgültige Zusicherung für Entnahme einer bestimmten Wassermenge aus der Ache hatte. Diese ist „Oeffentliches Gewässer", dessen Verfügungsrecht vom Ministerium für Ackerbau ausgeübt wurde. Nach dem alten Bestande hatten die vier Triebwerke am Mühlbache das unentgeltliche Benützungsrecht des Wassers, das durch eine abschließbare Oeffnung in einer Ufer-Sperrmauer an der Ache floß. Diese Entnahme wurde mangels anderer Anhalte mit 2470 Liter in der Sekunde nach dem Einlaufquerschnitte berechnet und für die neue Anlage mit 2,5 m³/sec. festgelegt. Das gegebene Gefälle wurde mit rund 83 m ermittelt und das Projekt

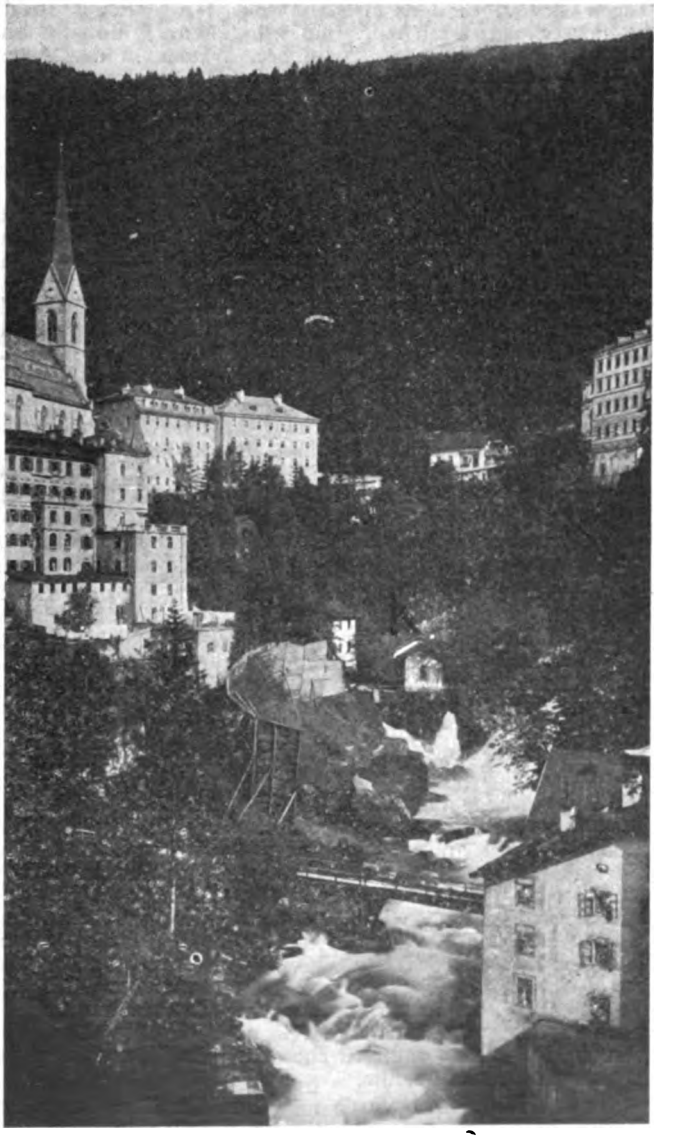


Abb. 1. Kraftbausbaustelle. (K: alte Hebeanlage am Sturzkessel des unteren Wasserfalles, Stelle des späteren Kraftwerkes, vgl. Abb. 8).

Digitized by Google

nunmehr für 80 m Nutzgefälle bei 2,5 m³/sec. Aufschlagwassermenge ausgearbeitet.

Diese Menge ist zwar in der Zeit von Mitte Dezember bis Anfang März jedes Jahres nicht in der Ache verfügbar, aber auch der Strombedarf war in dieser Zeit bisher nur ein Bruchteil des Anspruches im Sommer und in der für den Kurort stillen Winterszeit leicht zu decken. (Damals wurde mit der auch im Gasteinertale nun eingetretenen Teuerung für das Brennholz nicht gerechnet und die Belastung mit Heizstrom nicht in dem Umfange für den Gebrauch gerechnet, wie er heute eingetreten ist.) Man gedachte sogar der „Gewerkschaft Rathausberg in Böckstein" noch 400 PS über erhobenen Anspruch für den Betrieb des Goldbergbaues zur Verfügung zu stellen und wurden hiefür auch die notwendigen Vorkehrungen getroffen.

Abgesehen von den reichlichen Frühjahrs- und Herbsthochwässern zur Zeit der Schneeschmelze und Regengüsse im Einzugsgebiete des Naßfelder- und Anlauftales, des Hirsch- und Palfenkaares (Kohlgrubenbach) stürzen rund 12 m³/sec. Wasser während 5 Monaten des Jahres über die Gasteinerfälle. Im August sinkt diese Menge bei sommerlicher Trockenheit und knapper gewordenen Gletschern mitunter auf 4 m³/sec., um dann wieder zu steigen und erst von November an stärker zu fallen und in den ersten Tagen des März den Tiefstand von 1 m³/sec., ja sogar 0,8 m³/sec. zu erreichen. Für mindestens 8 Monate des Jahres konnte aber mit 2,5 m³/sec. Wasser in der Ache gerechnet werden.

Die Wasserspiegelhöhe des Wasserschlosses wurde mit Meereshöhe 1043,20 festgelegt und jene des Sturzkessels vom unteren, großen Wasserfall (beim sogenannten Staubmantel) mit 959,250 bei Mittelwasserstand erhoben. Dieser Spiegel steigt bei größtem Hochwasser um 3,5 m, des öfteren aber um 2 m und wurde aus diesem Grunde und wegen der bedeutenden, im Gebiete von Thermalquellen gelegenen Felssprengarbeiten für den Unterwassergraben seine Spiegelhöhe auf 961,750 gelegt.

Mit Berücksichtigung der gerechneten Rohrreibungs- und anderen Verluste ergab sich ein Nutzgefälle von rd. 80 m und damit ein Kraftgewinn von 2100 PS, bzw. 640 PS an der Turbinenwelle bei 2,5 m³/sec., bzw. 0,8 m³/sec. Betriebswassermenge.

Im Gemeindebereiche hoffte man in den Wintermonaten mit 240 PS (bisher nicht einmal 50 PS) leicht das Auslangen zu finden und 400 PS für die Gewerkschaft Rathausberg verfügbar zu halten. Die vertraglichen Belastungen des Werkes mit 84 und 35 kW als Ersatz für die abgelösten Wasserkraftanlagen fallen zeitlich nicht zusammen.

Nach Festlegung dieser Grundlagen beschloß der Gemeindeausschuß des Kurortes am 10. Nov. 1913 an Hand des inzwischen ausgearbeiteten Projektes des Berichters und Genehmigung der von ihm vorgelegten Schlußbriefe für die Bauvergebungen und Lieferungen die sofortige Inangriffnahme des Baues mit der Bedingung für Herstellung der neuen Anlage bis 1. Mai 1914, so daß mit diesem Tage des Beginnes der sommerlichen Kurzeit die Heilwasserförderung zur Versorgung der Miet- und Badehäuser geschehen sollte.

Diese gegebene kurze Frist von 5½ Monaten mit winterlich verkürzter Arbeitszeit stellte an die Bauleitung um so höhere Anforderungen, als noch Verhandlungen mit den liefernden Firmen wegen Abkürzung der bedungenen Lieferzeiten zu pflegen waren und erst nach ihrer Erreichung am 27. Nov. an die Beseitigung der vier bauhindernden Triebwerke geschritten werden konnte. Außerdem waren mit der Baubehörde noch Vereinbarungen zu treffen, um auf Grund einer Vorkommission im Dezember 1913 die Bewilligung zur Inangriffnahme der Bauarbeiten zu erreichen, da es an ängstlichen Gegnern des Projektes, die den halben Kurort samt Kirche schon im Wasserfallkessel liegen sahen, nicht fehlte.

Am 27. Nov. 1913 wurde mit dem Abreißen des alten Hebewerkes begonnen und die im Februar inmitten der Bauarbeiten vorgenommene kommissionelle Begehung des vorgelegten Projektes führte zu seiner anstandslosen, baubehördlichen Genehmigung.

Mit Rücksicht auf die schwierigen örtlichen Verhältnisse, die inmitten des Thermalquellengebietes noch bedautende, unvorherzusehende Erschwernisse und Verschärfungen erfahren konnten, wollte keine Baufirma mit schlußbrieflichem Pauschale die notwendigen Bauarbeiten übernehmen und mußte sie die Bauleitung als Regiearbeit gegen Vergütung nach vereinbarten Einheitspreisen durchführen.

Für die gesamte Herstellung waren kaum fünf Monate Bauzeit verblieben.

B. Einlauf und Wasserschloß.

Die schon im Jahre 1910 nach einem Projekte des Berichters geänderte Entnahme des Betriebswassers aus der Ache für die vier alten Triebwerke erfuhr vorläufig keine wesentliche Abänderung, weil der im ersten Betriebsjahre noch geringe Kraftbedarf mit 1 m³/sec. befriedigt werden konnte und für den Einbau des im Projekte vorgesehenen Grundwehres die Frühjahrs-Hochwässer beim Wassereinlauf beobachtet werden sollten. — Dieser bis zum heutigen Tage noch nicht geänderte Einlauf hinter einem auf Felsen gemauerten, das Achebett um 2 m einengenden Sporn, dessen Krone 0,3 m über dem höchst beobachteten Hochwasser vom 14. Sept. 1903 eingestellt ist und vom nicht viel kleineren Hochwasser am 27. Mai 1914 auch nicht überflutet wurde, besteht aus einem hölzernen Grobrechen mit Hochwasserführungswand (ausziehbare Holzstäbe mit 10—14 cm Durchm.) und einem, mit einer 2 m breiten Einlaufschütze (Schnecken- und Zahnradgetriebe mit Handkurbel) abschließbaren Einführungsgerinne durch eine 2,5 m starke Sperrmauer aus Granitquadern. Diese Mauer, auf deren Krone ein Zugang zu einer vorgeschobenen Felsnase mit Aussichts- und Ruhebänken führt, ist auf einem alten Holzwehr errichtet worden, das seinerzeit zum Schutze der Werke am Mühlbache und der im Kurorte entstandenen Häuser, sowie zur Regelung der Wasserführung gebaut worden war. Bei Anlage des hinter der Mauer laufenden Schotterführungs- und Ausschleußgerinnes mußten noch alte Teile dieses Wehres für die nötige Unterfangung der Sperrmauer beseitigt werden. Dieses 1,5 m breite, auf gewachsenem Felsen offen geführte Gerinne mit 14 m Länge hat vom Einlaufe aus der Sperrmauer bis zur Schotterschleuse ein Gefälle von 0,8 m; die Schleuse ist als Doppelschütze mit Schnecken- und Zahnstangengetriebe für Handkurbelung ausgebildet (Grund- und Ueberfallschütze) und schließt an einen in der erwähnten Felsnase ausgesprengten Stollen, durch den das Ueberwasser und der Schotter mit einem Wassersturz in die Ache rückgeführt wird.

Das alte Wasserschloß wurde mit Felssprengungen vergrößert und durch Anlage eines Ueberfall-Feinrechens zu einem reinen Wasserspeicher (ohne eigenen Ueberfall) mit einem Fassungsraum von rd. 90 m³ gestaltet.

Die Ueberfallhöhe des auf der rechtsseitigen Betonmauer vom Einlaufkanal schräg aufgesetzten Feinrechens bildet zugleich die Spiegelhöhe des Wasserschlosses (1043,20) und dient eine hinter dem Rechen angelegte Eisenbetonrinne 50 × 80 cm mit 30 cm Gefälle zur Abführung aller auf dem Wasser schwimmenden Gegenstände und des allfälligen Rückstauwassers in einen Umlaufstollen, der in den Schotterabfuhrstollen mündet.

Die Ueberfallschütze der Schotterschleuse ist auf Höhe 1043,2 eingestellt.

Der 13,5 m lange Feinrechen besteht aus 5 mm starken Flacheisenstäben mit 6 mm Lichtweite und ist er in 60 cm breite Felder (Schuber) geteilt, die für Reinigungszwecke abhebbar sind.

Am schon vorhandenen Sperrdamme des vergrößerten Wasserschlosses wurden nur die notwendigen Ergänzungs- und Ausbesserungsarbeiten vorgenommen und an der Stelle der alten Schotterschleuse der neue Rohranschluß mit einer von Hand zu bedienenden Absperrschütze von 2 m Breite angeordnet.

Digitized by Google

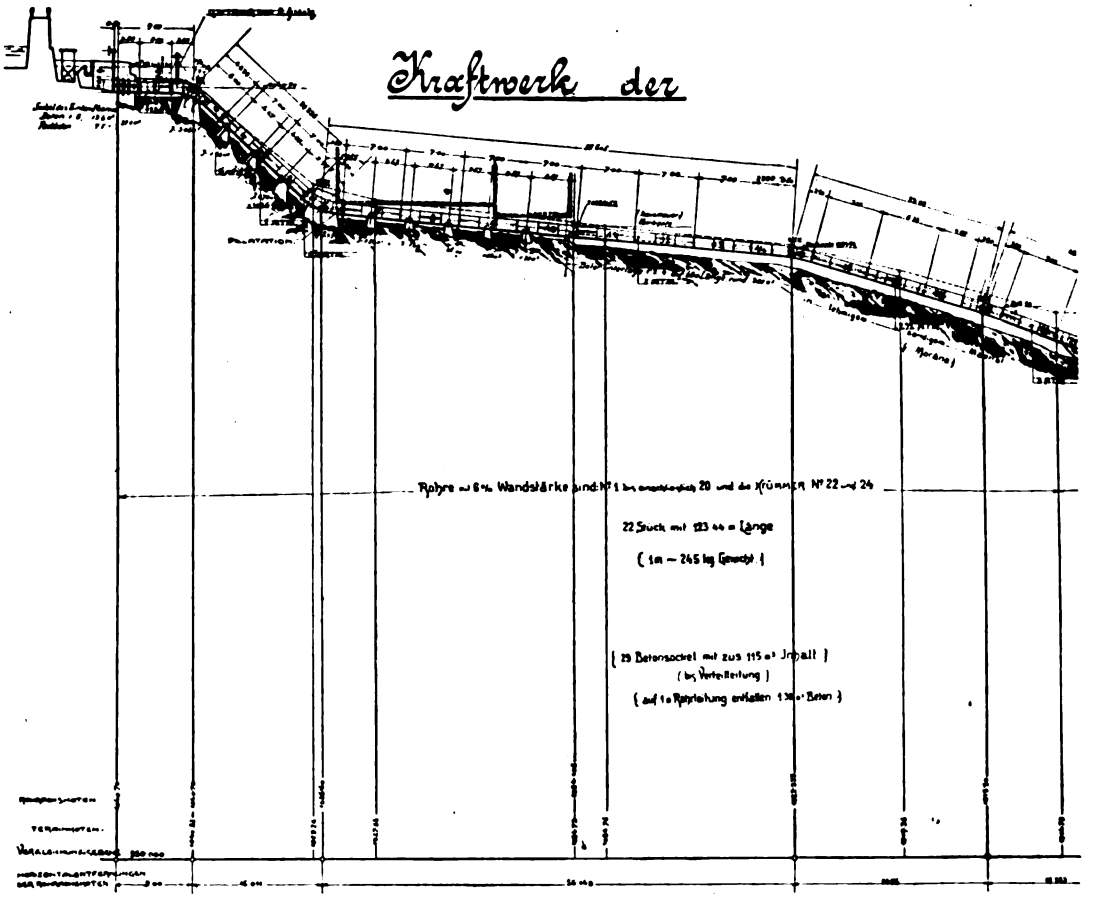


Abb. 2. Druckrohrleitung von der Ache bis Postgebäude.

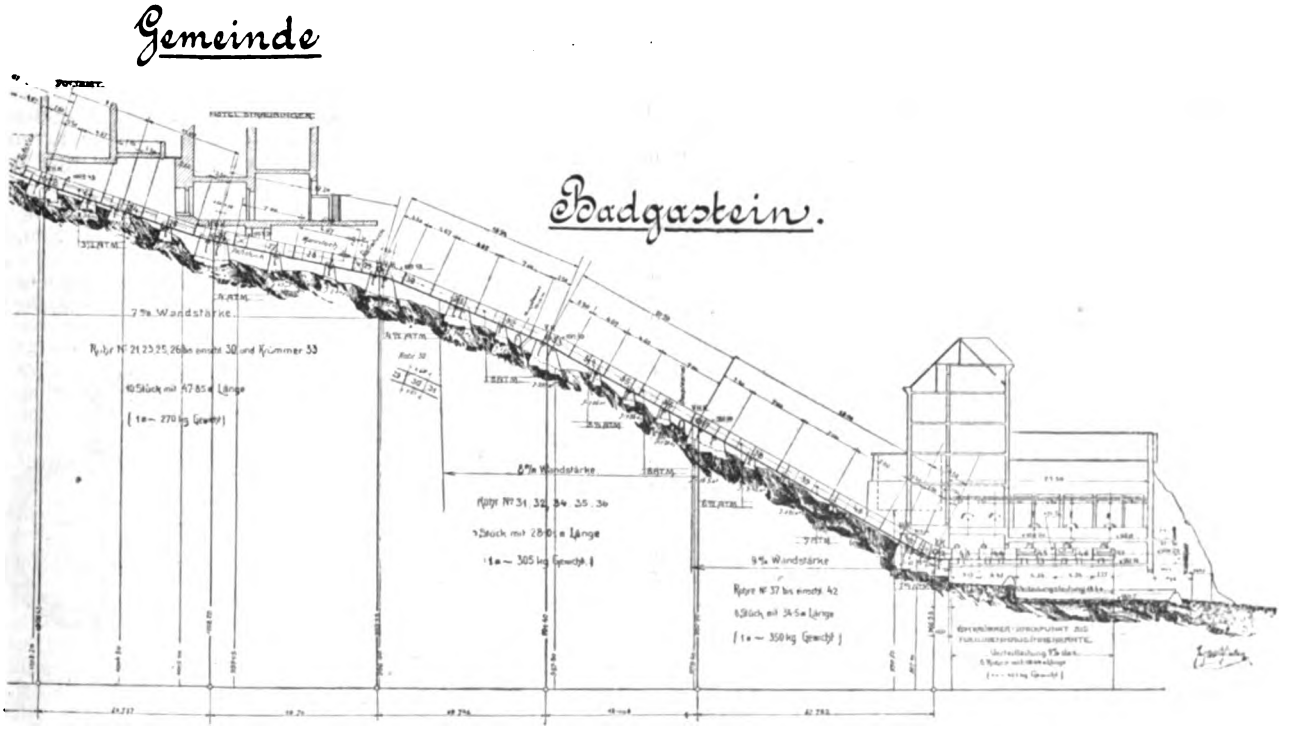


Abb. 3. Druckrohrleitung vom Postgebäude bis Sturzkessel des Wasserfalles.

Digitized by Google

Das vollständig im Felsen ausgesprengte Wasserschloß hat 5 cm starke Bedielung aus Rotlärchenholz mit einer Einsteigklappe und trägt ein Häuschen für Fernsprecheinrichtung mit dem Kraftwerke.

Die ungemein beschränkten Raumverhältnisse, die eine Erhöhung des geringen Speicherraumes hinter der Achesperrmauer nur mit Aufwand ganz bedeutender Kosten zuließen, verwiesen auf die Heranziehung des Achebettes zur Erzielung eines Wasserberuhigungsbeckens für Sandablagerung und Abfuhr. Der für den Winter 1914/15 beabsichtigte Einbau eines Grundwehres vor dem Beginne des Wasserfalles und zwischen den Felswänden der Ache wurde vom tobenden Weltkriege vereitelt und ist bis heute noch nicht ausgeführt.

Eine Vorsorge für bessere Klärung des Turbinenaufschlagwassers wird bei zunehmender Entnahme nicht zu vermeiden sein, da der quarzhaltige Granitsand die Rohrleitung abschleift und insbesondere die Leitschaufeln der Turbinen stark angreift.

C) Die Druckleitungsanlage.

Für die Wahl des Durchmessers der Kraftwasserleitung war nicht nur die von der Behörde vorläufig zuerkannte Menge von 2,5 m³/sec. Ausschlag gebend, sondern auch die von den örtlichen Verhältnissen bedingte Unmöglichkeit der Legung eines zweiten Rohrstranges für einen etwa steigenden Kraftbedarf des in ungeahnter Entwicklung stehenden Weltkurortes. Die Gemeinde entschloß sich daher für einen Durchmesser von 1250 mm für die Druckrohrleitung, um in ihr auch 4 m³/sec. Wasser ohne wesentliche Beeinträchtigung des Wirkungsgrades der Ausnützung zuführen zu können.

Die geringe Länge der Leitung von 252,24 m rechtfertigt ihren einheitlichen Querschnitt und wurde den von 6—9 mm steigenden Blechstärken, sowie der Vernietung eine fünffache Sicherheit gegen Zerreißen bei einer Blechfestigkeit von 35 kg für den mm² zu Grunde gelegt; die Rohrschüsse sind mit einfachem Nietenkranze verbunden, die Laschen der Längsnähte mit doppelter Nietenreihe bei 7 m Rohrlänge versehen. Es wurden verlegt:

123,44 m mit 22 Rohren zu 6 mm Wandstärke,
47,85 m mit 10 Rohren zu 7 mm Wandstärke,
28,01 m mit 5 Rohren zu 8 mm Wandstärke,
52,94 m mit 11 Rohren zu 9 mm Wandstärke.

Die im Maschinenhause in einem Rohrkeller gelegte 18,44 m lange Verteilungsleitung mit 5 Abzweigen für die Anschlüsse der Turbinen ist ebenfalls 9 mm stark. Die Einteilung in vier Zonen ergab sich aus der vorgenannten Voraussetzung für die Druckhöhen von 30, 50, 65 und 80 m. Die Führung der Rohrleitung war durch die örtlichen und Bauverhältnisse bestimmt, denn einerseits war eine solche längs des Acheufers wegen der wilden Hochwässer, der notwendigen Ueberquerung von Thermalquellen (noch ungefaßt) im Privatbesitze, Benützung fremden Grundes und wegen unverhältnismäßig hoher Kosten untunlich, anderseits mußte bei der kurzen Baufrist die Unterbauherstellung gleichzeitig mit den Abreißarbeiten an den früheren Triebwerken samt ihren Wasserschlössern und Rohrleitungen geschehen.

Die Spur der neuen Leitung (Abb. 2 bis 4) folgt also dem alten Mühlgrabeneinschnitte ohne Benützung des Bachgerinnes (das alte Kraftwerk war bis Mitte Jänner 1914 im Betriebe erhalten worden), weiterhin mußte der unterhalb der Gebäude und Straße führende Stollen des Mühlbaches benützt werden, dessen Gerinnelauf zur alten Hebeanlage mit einigen Abweichungen eingehalten wurde, weil er fast vollständig gewachsenem Felsen folgte. Die behinderte Zugänglichkeit der Leitung, insbesondere in ihrem mittleren Teile, die Bedenken gegen die allgemeine Verwendung von Flanschenröhren, die vielen nötigen Krümmungen in lot- und wagerechter Richtung, ließen die Wahl eines endlos genieteten Rohrstranges am zweckmäßigsten erscheinen; die Vernietung im Rohrgraben konnte den Strang besser dem Gelände anschmiegen. Nur in der an das Wasserschloß anschließenden Steillehne wurden fünf zugängliche Rohre mit aufgenieteten Winkeleisenflanschen

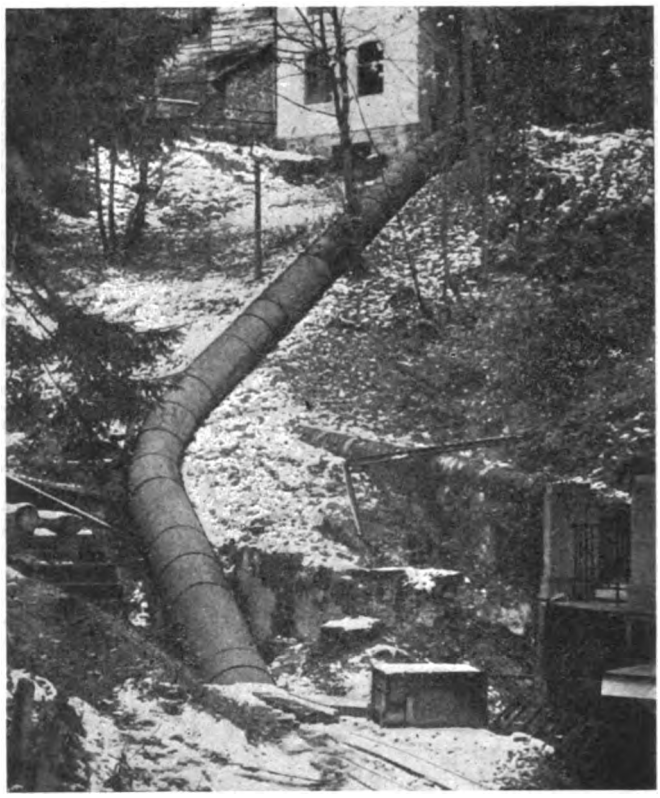


Abb. 4. Druckrohrleitung vor dem Einlauf in das Kraftwerk.

bei Verwendung von endlosen Gummidichtungen mit Messingdrahteinlagen zur Verlegung gebracht, an das sich ein Scheibendehnungsstück schließt.

An den Einlaufkonus zum Wasserschlosse ist ein abflanschbares, 4 m langes, gerades Rohr als Zwischenstück zur Verbindung mit dem ersten Krümmer angeschlossen, das die Möglichkeit des allfälligen Einbaues von einem selbsttätig wirkenden Rohrbruchventil gibt. Von seiner Einschaltung wurde wegen der vorläufig geringen Schwankungen der Entnahme von Betriebswasser, deren Druckänderungen von den „Druckreglern" bei den einzelnen Turbinen übernommen werden können, abgesehen und erscheint die Zweckmäßigkeit des Einbaues bei den gegebenen Verhältnissen überhaupt fraglich.

Für Entlüftung bei Füllen der Leitung ist hinter dem ersten Rohr beim Wasserschlosse ein 2,5 m langes Standrohr mit 200 mm l W. und am Ende der Leitung ein Lufthahn vorgesehen. Die Rohre 28 und 45 ermöglichen die Befahrung der Leitung durch angebrachte Mannlöcher.

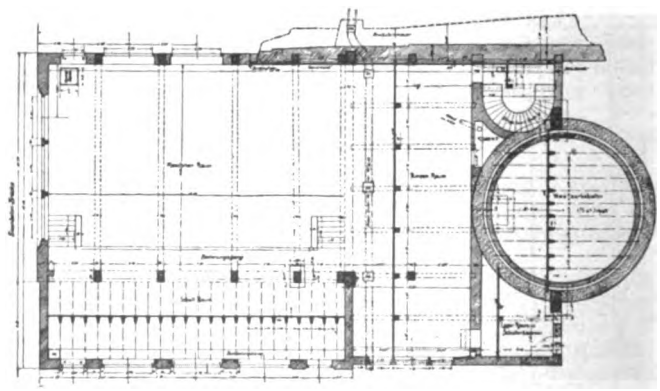


Abb. 5. Grundriß der Maschinenhalle.

Digitized by Google

Die vielen Krümmungen (12) der einer Sonnenbestrahlung fast gar nicht ausgesetzten Leitung machten die Einschaltung besonderer Dehnungsstücke unnötig. 20 Spannanker halten die Leitung auf Betonsockeln mit beschränkter Bewegungsfreiheit fest (Abb. 4) und ist sie auf rd. 60 m Länge in einem bis zur Längsnaht der Schüsse reichenden Betonbette gelagert, das in Tag und Nachtarbeit auf vorgefundenem, angeschwemmten Sand eingebracht werden mußte, um die in Bewegung kommende Berglehne zu halten, was auch mit Aufwand von mehr als 200 m³ Beton durch Herbeiführung etnes bisher ungestörten Beharrungszustandes gelang.

Allfällige Tsg- oder von undichter Rohrleitung herrührende Wässer laufen längs der Leitung auf Rinnsalen des Betonkörpers in bequem zu beobachtende Kanäle ab.

Einschließlich 10 größerer Schubpfeiler ruht die Leitung noch auf 30 Betonsockeln, die durchschnittlich je 4 m³ Betonherstellung und rund 1 m³ Felsarbeit erforderten; insgesamt wurden für die Rohrleilung 160 m³ Felsen gebrochen und mußten für die Zubringung der Rohre wegen Unmöglichkeit der Zufuhr Aufzüge mit Windenbetrieb, Gerüstungen, Gleisanlagen über der Rohrspur usw. hergestellt werden. Diese Schwierigkeiten im Vereine mit jenen der Wasserhaltung, die Sicherungsvorkehrungen und Verkehrshindernisse in dem steilen, wechselnden Gelände des Kurortes verursachten wegen häufig notwendiger Nachtarbeiten einen Kostenaufwand von rd. Kr. 220,— für 1 m Unterbau.

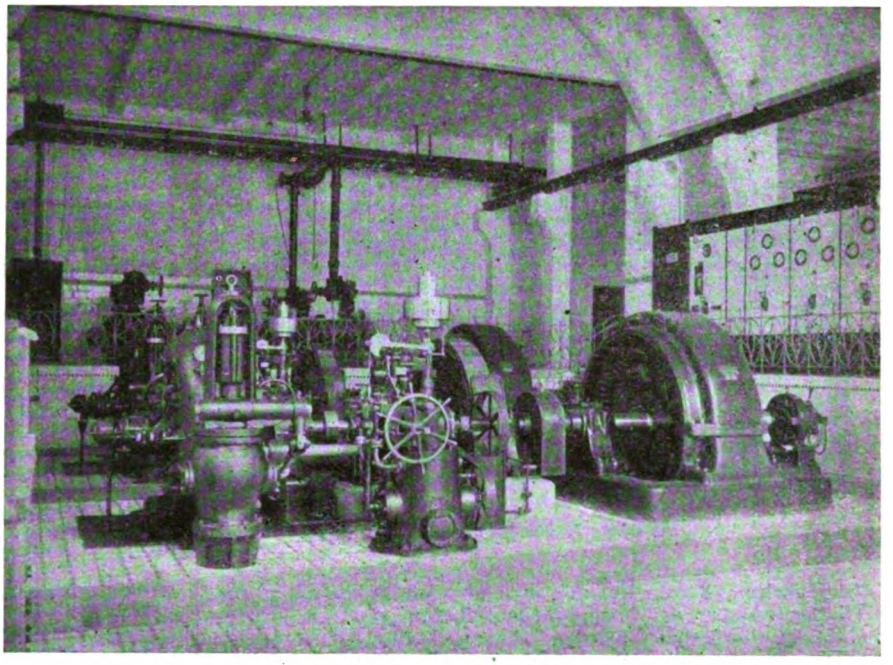


Abbildung 6. Maschinenhalle mit Schalttafel.

Für Entleerung der Leitung ist mit einem von der Maschinenhalle aus zu bedienenden Ablaßschieber von 250 mm Lichtweite mit Ablaufrohr vorgesorgt, der in die Verteilleitung eingebaut ist.

Am 4. Mai 1914 konnte die Leitung gefüllt und anstandslos dem Betriebe übergeben werden.

D. Das Maschinenhaus.

Seine Errichtung ungefähr an der Stelle des alten Hebewerkes (Abb. 1) war von selbst gegeben, jedoch sollte das Wärterhaus an seinem Platze bestehen bleiben, wodurch eine Mehrleistung an Sprengarbeiten notwendig war. — Das neue Kraftwerksgebäude sollte verschiedenen Anforderungen entsprechen, und zwar Unterbringung der Pumpenanlage für Thermalwasserförderung aus einem gleichzeitig herzustellenden Sammelbehälter mit rd. 180 m³ Fassungsraum nebst Schieberkammer für die Leitungen von den verschiedenen Quellen, Schaffung eines Raumes für Heilwasserförderung aus tiefer gelegenen Quellen beim Sturzkessel des Wasserfalles, Aufstellung von drei großen Turbinen mit den Wasserzuleitungen und unmittelbar gekuppelten Stromerzeugern, zugehörigen Schalt- und Sicherungsanlagen, Einrichtung einer kleinen Betriebswerkstätte mit Schmiede, Schaffung von Wohnräumen für den Betriebsleiter und die gesamte Bedienungsmannschaft. Diese Anforderungen führten zu der in der Abb. 5 angegebenen Grundrißlösung, nach der das Gebäude eine Länge von 29,15 m und eine Breite von 17,5 m erhielt.

Nach Beseitigung von ungefähr 1000 m³ Erdreich, Sand, Bergschutt und größeren Felsblöcken mußten rd. 650 m³ Tauerngneis inmitten des Thermalquellengebietes mit allen gebotenen Vorsichtsmaßregeln gesprengt werden. Zu der von Steilhängen beengten Baustelle führte nur ein schmaler Fahrweg hinter dem sogenannten „Staubmantel" und mußte bei Ausnützung des Niederwassers der Ache durch Aufführung einer Trockenmauer am Sturzkessel erst einigermaßen Platz geschafft werden, weil die Aufstellung einer Schotter- und Sandquetsche ein dringendes Gebot war. Aber nicht allein die Verkehrshindernisse beeinträchtigten die beschleunigte Vornahme der Bauarbeiten, sondern insbesondere die schwierige Wasserhaltung im Bauraume, da in dem engen Talkessel nicht nur von verschiedenen Seiten einlaufende Kanäle und das „Kirchbachl" zur Ableitung gebracht werden mußten, sondern auch für die Abführung von vorhandenen und im Laufe der Sprengungen neu erschlossenen Thermalquellen (an einer Lehne allein fünf Austrittsstellen) Sorge zu tragen war und die Sprengschüsse häufig trotz Vorbeugungsmaßnahmen Beschädigungen und Zerstörungen der Ableitungen bewirkten.

Mechanische Hilfsmittel kamen bei den Aushubarbeiten nicht zur Verwendung und wurde nur das im tiefen Unterwassergraben gelöste Gestein mit Rollenaufzug zur Quetsche befördert. Der ausgeschossene, harte und zähe, vielfach Quarzeinlagen zeigende Tauerngneis wurde zum Teile für die hohe, 40 m lange Futtermauer an der kirchenseitigen Tallehne, zum größten Teile aber für Betonbereitung verwendet; für diese wurde Thermalwasser mit ungefähr 30° C. genommen, das ein überraschend schnelles Abbinden des Betons und seine Trocknung bewirkte. Für die umfangreichen Bohrarbeiten mußten auch Nachtschichten herangezogen werden, die aber in ihren Leistungen nicht befriedigten, daher bald abgestellt wurden.

Das Kraftwerksgebäude (Abb. 3 u. 5) zerfällt in zwei Teile, die eigentliche Maschinenhalle und das Wohnhaus, beide mit hölzernen Dachstühlen und Eindeckung mit verzinktem, kupfergalvanisierten Eisenblech.

Die vollständig in Beton hergestellte Maschinenhalle (Abb. 5) hat 16,5 und 11,5 m im Lichten, bei 9,16 m hoher Eisenbetondecke, die von fünf mit Eisenbetonpfeilern im gewachsenen Felsen verankerten Gurten getragen wird. An diese Halle schließt sich hinter den genannten Pfeilern der mit seinem Fußboden 1,2 m höher gestellte, 4,9 m hohe „Schaltraum" mit darunter befindlichem Kabelkanal an. Bergseitig (Abb. 6 im Hintergrund) schließt an diese beiden Räume der Pumpenraum als Untergeschoß des Wohngebäudes an, das auch bis zum 2. Geschosse nur aus Beton hergestellt ist und in allen Geschossen Eisenbetondecken trägt. Der 5,6 m hohe Pumpenraum mit Schieberkammer liegt gleichfalls 1,2 m über dem Fußboden der Maschinenhalle und wird die Last der einen Hauptmauer des Wohngebäudes für 11,5 m Spannweite von einem Eisenbetonträger übernommen, so daß der Raum gegen die Maschinenhalle offen ist.

Angrenzend an den Pumpenraum ist der kreisrunde

Digitized by Google

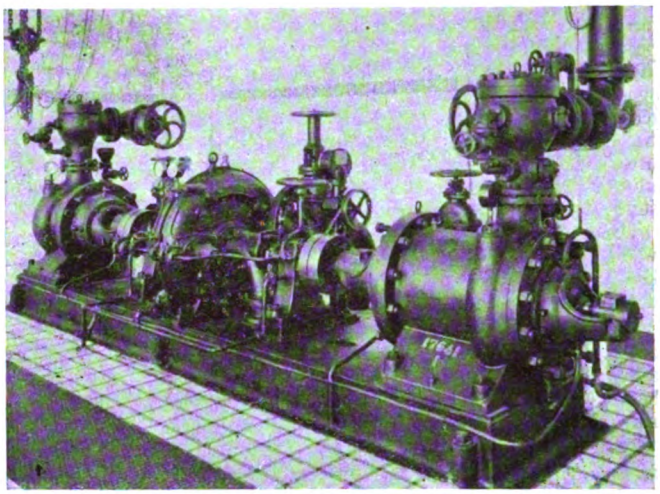


Abbildung 7. Pumpen-Aggregat.

(l. Durchm. 8 m), 180 m³ fassende Sammelbehälter für Thermalwasser in Portland-Stampfbeton mit Drahtnetzeinlagen hergestellt worden, dessen Sohle 1,3 m höher liegt, um den freien Wasserzulauf zu den Pumpen sicherzustellen. Der Eisenbetonbehälter ist mit einem Luftisoliermantel umgeben, an den sich ein 60 cm starker Stampfbetonmantel schließt; auf diesem ruht der Eisenbetonträger für die zweite Gebäude-Hauptmauer, die auf die Eisenbetonwände des Behälters nicht gestellt werden konnte. — Im ersten (Zwischen-)Geschosse ist ein größerer Lagerraum sowie Werkstätte und Schmiede untergebracht, die vom Pumpenraume aus, wie auch vom Wege der Berglehne aus, zugänglich sind.

Maschinenhalle und Pumpenraum haben gemustertes Tonplattenpflaster und an den Wänden bis 2 m Höhe Fliesenverkleidung mit Fries, die Tor- und Fensterrahmen sind Eisenkonstruktion.

E. Maschinelle Einrichtungen.

Mit Rücksicht auf die später zum Baue beantragte Anlage einer den neuzeitlichen Anforderungen entsprechenden Thermalwasserversorgung des Kurortes mit je einem Hochbehälter rechts und links der Ache samt Verteilnetz, sowie auf die Energielieferung für die abgelösten Triebwerke erstreckte sich die Beschaffung von maschinellen Einrichtungen auf:

a) Zwei Kreiselpumpen für Thermalwasserförderung, Leistung 3000 l/min., von Meereshöhe 970—1100 (in zwei Sätzen von Gebr. Sulzer in Winterthur geliefert), mit Antriebsturbine, 120 PS Leistung (geliefert von J. M. Voith in St. Pölten) (Abb. 7).

Die Hochdruck-Kreiselpumpen sind je 6- und 4stufig mit Selbstkühlung, für regelbare Förderung, mit Laufrädern aus Bronze bestellt worden (jede Art von Eisen, fast alle Metalle, ausgenommen Zinn, werden vom Thermalwasser stark angegriffen), die durch Einsetzung von Blindstücken verschiedene Abstufungen der Druckhöhen ermöglichen. Jedes Pumpenpaar wird von einer zwischenliegenden, beiderseits elastisch gekuppelten Doppel-Spiralturbine mit liegender Welle angetrieben, die auf gemeinsame Grundplatte gestellt ist. Bei einer Drehzahl von 1500 in der Minute, Nutzgefälle 80 m, 150 l/sec. Aufschlagwassermenge leistet die Turbine 120 PS. Das Leitrad hat drehbare Schaufeln aus bestem Stahl mit offen liegenden, auswechselbaren Lenkern, das Doppel-Laufrad mit Schutzwänden ist aus Phosphorbronze hergestellt, die Lager haben gekühlte Ringschmierung, das 6,6 m lange Saugrohr ist als Hosenrohr gestaltet.

b) Einen Montage-Laufkran für Handbedienung mit Ketten bei 5 t Tragkraft, eingerichtet für 10 m Spurweite, 4 m Hubhöhe, mit selbsthemmender Lastdruckbremse. Die 23,5 m lange Kranbahn läuft mit Eisenträgern NP 24 auch über den Pumpenraum und ruhen die eisernen Auflagerplatten auf Auskragungen der Eisenbetonpfeiler.

c) Zwei Stromerzeugersätze (Abb. 6), je bestehend aus: einer regelbaren Francis-Spiralturbine mit liegender Welle und Drehzahlregler, von J. M. Voith in St. Pölten geliefert für eine Drehzahl von 780/min. bei 80 m Nutzgefälle. In Haftung war genommen worden: 79% Wirkungsgrad bei voller Beaufschlagung mit 850 l/sec., 716 PS, 82% Wirkungsgrad bei ¾ Beaufschlagung mit 637 l/sec., 557,6 PS; 76% Wirkungsgrad bei ½ Beaufschlagung mit 425 l/sec., 344,5 PS, die bei Abnahme der Leistungsversuche um 3,7%, bzw. 2,7 und 4,2% bei ermitteltem Nutzgefälle von 79,95 m bis 80,57 m übertroffen wurden. Das Leitrad hat drehbare, auswechselbare Stahlgußschaufeln, das Laufrad mit Schutzwand ist auch hier aus Phosphorbronze, die Ringschmierlager sind mit Wasser gekühlt, das Schwungrad (1,6 m Durchm.) mit Stahlgußkranz und vollem Boden hergestellt; ein selbsttätiger, hydraulischer Geschwindigkeitsregler, Bauart J. M. Voith, gestattet nebst der Regelung von Hand auch eine solche vom Schaltbrette aus vermittelst eines Hilfsmotors und ein an jedes Turbinengehäuse angeschlossener, kräftig gebauter

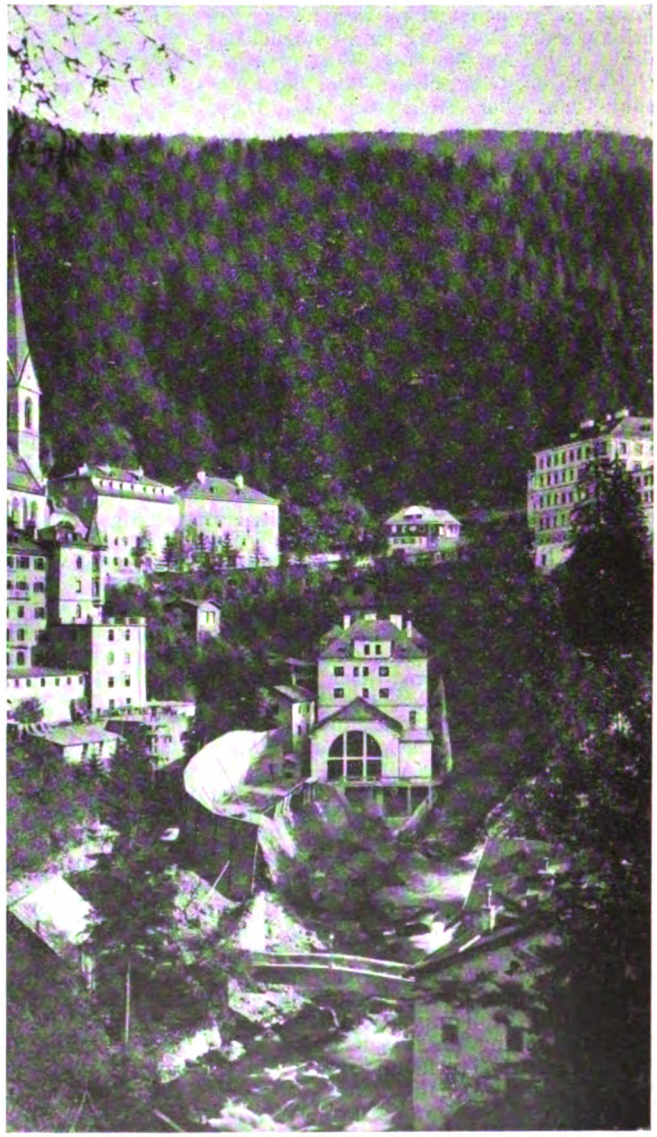


Abbildung 8. Neues Kraftwerk beim Wasserfall-Kessel.

Digitized by Google

Druckregler beschränkt die Drucksteigerungen bei raschem Schließen der Turbinen auf 10%.

Der mit den gegebenen Einrichtungen erreichte Gleichförmigkeitsgrad läßt bei plötzlichen Belastungsänderungen von 25%, 50%, 100% nach dem Ergebnisse der Leistungsversuche vorübergehende Drehzahlschwankungen von 2,5, 3,5 bzw. 8 vom Hundert zu. Der eine Maschinensatz übernahm nach Stillegung von vier privaten Werken während des großen Hochwassers am 27. Mai 1914 anstandslos die gesamte Stromversorgung des Kurortes.

Für jederzeitige Feststellung des der Ache entnommenen Wassers ist am Ende des Unterwassergrabens im Gebäude ein 3 m breites Meßwehr und eine Schwimmereinrichtung eingebaut.

Die Beton-Grundfesten für einen dritten Maschinensatz sind ausgeführt, der zugehörige Abzweigstutzen für die Turbine am letzten Druckrohr blind abgeflanscht.

Die mit den Turbinen elastisch gekuppelten Hochspannungs-Drehstromerzeuger offener Bauart sind bei 780 Umdrehungen i. d. Min., 5200 Volt Spannung bei 52 Pulsen, für eine Antriebsleistung von 640 PS bei einem Wirkungsgrade von 91,4% gebaut. Die Läufer sind für eine 1,8fache Drehzahl der Turbine bemessen, um bei etwaigem Versagen der Regler volle Sicherheit zu bieten. Für die später bei höherer Belastung wünschenswerte Anbringung eines Lärmschutzes ist bei Ausführung der Erzeuger Vorsorge getroffen, der angebaute Erreger-Stromerzeuger mit Nebenschlußwicklung ist mit einer eigenen, elastischen Kupplung an die Hauptwelle angeschlossen und ist auch auf den Einbau eines selbsttätigen Spannungsreglers (Schnellregler) Bedacht genommen.

d) Die Schaltanlage ist wegen späterer Möglichkeit der Trennung von Licht und Kraftbetrieb mit Doppelschienen ausgerüstet und die Unterspannung mit 210/110 Volt festgelegt. Die Einzelheiten der nach den neuesten Erfahrungen ausgebildeten Schaltanlage sollen hier nicht näher beschrieben werden; der hochgespannte Drehstrom wird an neun entsprechend verteilten Stellen auf die Gebrauchsspannung herabgesetzt und den Verbrauchern mit Kabelleitungen zugeführt. Es kamen insgesamt ungefähr 15 km Kabel zur Verlegung, die öffentliche Beleuchtung des Kurortes wurde in neun getrennte Stromkreise mit Schaltuhrenbetrieb geteilt und es wurde für den Anschluß Böckstein Vorsorge getroffen.

Die gesamten elektrischen Maschinen und Einrichtungen wurden von den Oesterreichischen Siemens-Schuckert-Werken geliefert bzw. durchgeführt und haben sich vom Tage der Inbetriebsetzung bis heute keine Anstände ergeben.

Die Kosten der mit 1700 PS ausgebauten Wasserkraftanlage (Wassereinlauf, Rohrleitung, Maschinenhaus, Ersatzanlage, Ablösungen, Bauleitung und sonstige Unkosten) betrugen rund 400 000 Kr., d. i. für eine Nutzpferdekraft rund 235 Kr.

Bei Einbeziehung des Kabelnetzes mit den Transformatoren, den Hochspannungsstromerzeugern samt Schaltanlage, Umformeranlage sowie der Straßenbeleuchtung stellten sich die Baukosten auf rund 750 000 Kr., d. i. für eine der 1700 PS 440 Kr.

Dieser mit Rücksicht auf die Bauhindernisse und beschleunigte Bauausführung in Winterszeit sehr kleine Betrag wird nach Einbau des Grundwehres beim Wassereinlauf noch eine Erhöhung erfahren, sich aber nach Aufstellung des dritten Maschinensatzes mit rund 700 PS wieder ermäßigen.

Jedenfalls hat der weltberühmte Kurort Badgastein ein seit zehn Jahren klaglos Arbeitendes Kraftwerk mit günstiger Ausbaugelegenheit zur Verfügung, das ihm günstige Einnahmequellen und eine sorgenlose Zukunft hinsichtlich Beschaffung von Licht- und Kraftstrom sichert. (W. 61.)

Die Banki-Turbine.

Von Dr. Hermann Serini, Berlin-Halensee.

Bei der hohen Stufe unserer modernen Technik schien die Entwicklungsmöglichkeit der Wasserkraftmaschine ihre höchste Vollendung erreicht zu haben, wobei von den verschiedenen Turbinenarten in der Hauptsache nur drei das Feld behaupteten:

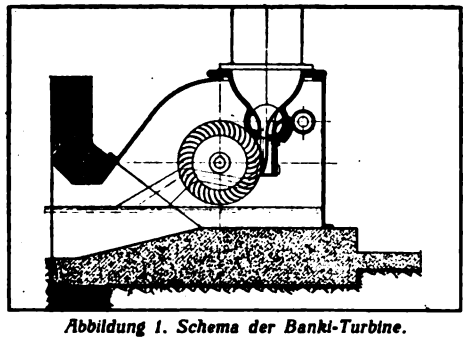


Abbildung 1. Schema der Banki-Turbine.

1. das Pelton-Rad (teilbeaufschlagte Freistrahl-Turbine) für größere Wassermengen und kleinerem Gefälle;
2. die Francis-Turbine (vollbeaufschlagte Ueberdruck-Turbine) für größere Wassermengen und kleinerem Gefälle;
3. die Kaplan- und Propellerturbine (vollbeaufschlagte Ueberdruckturbine) als hochwertiger Schnelläufer hinsichtlich Drehzahl und Wirkungsgrad mit besonders hohen Teilwirkungsgraden bei regulierbaren Laufradschaufeln.

Zwischen den beiden ersteren Systemen bestand noch eine Lücke, die auszufüllen durch die Banki-Turbine gelungen ist.

Professor Donat Banki von der Technischen Hochschule Budapest hat, ausgehend von dem Poncelet-Rade, die Theorie dieser Turbine 1917 entwickelt und auch eine Reihe Patente darauf erhalten. Inzwischen ist die Banki-Turbine in die Praxis übergeführt worden und bereits in mehreren hundert Anlagen der verschiedensten Länder zur Ausführung gekommen, wobei sie sich als Ersatz für das oberschlächtige Wasserrad und dann weiter als Mittel- und Hochdruck-Turbine bestens bewährt hat.

Die Banki-Turbine besitzt ein nahezu tangential von außen beaufschlagtes Laufrad mit radialer Ausströmung

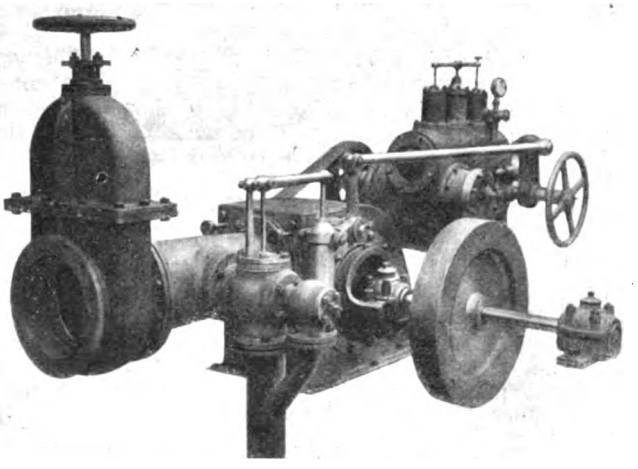


Abbildung 2. Banki-Turbine mit Regler und Nebenauslass.

Digitized by Google

am äußeren Radumfange, vgl. Abbildung 1. Der durch das Rad tretende Wasserstrahl durchschneidet den mit Schaufeln besetzten Radkranz zweimal: Bei der ersten Beaufschlagung tritt er durch den Schaufelkranz von außen nach innen und gibt dabei den größten Teil seiner Energie an das Rad ab; sodann durchströmt er mehr radial das freie Radinnere, beaufschlagt den Schaufelkranz zum zweiten Male und tritt dann fast radial unter Abgabe seines Energierestes von innen nach außen aus dem Laufrade aus. Ein Hauptunterscheidungsmerkmal der Banki-Turbine von anderen Turbinenarten besteht also darin, daß in achsialer Richtung kein Wasser zu- oder abgeführt wird.

Der Regulierschieber wird entweder als entlasteter Flachschieber oder, wie in Abbildung 1, in zylindrisch entlasteter Ausführung geliefert und ist im letzten Falle besonders geeignet, mit einem Regulator zusammen zu arbeiten. — Durch die doppelte Beaufschlagung wird ein Wirkungsgrad von mehr als 80% erreicht; derselbe ist auch bei großen Schwankungen der Wasserführung, bzw. der Belastung noch äußerst günstig

Aus dem System der Banki-Turbinen ergeben sich ohne weiteres eine Reihe von Vorteilen der Einfachheit: die Wasserfäden verlaufen alle ziemlich parallel in senkrecht zur Welle liegenden Ebenen. Die Turbinenwelle liegt wagrecht, was in gleicher Weise zur Lagerung, Schmierung, direkte Kupplung und Riemenantrieb recht bequem ist. Weiter braucht die Banki-Turbine keine beweglichen Leit- oder Radschaufeln mit Drehmechanismus, sondern arbeitet mit einem feststehenden Beaufschlagungs- und Schaufel-Winkel. Die spezifische Drehzahl der Banki-Turbine liegt zwischen der des Pelton-Rades und der der Francis-Turbine und kann innerhalb gewisser Grenzen den Bedürfnissen entsprechend festgesetzt werden, indem man das Verhältnis von Durchmesser zur Breite des Rades sachgemäß auswählt.

Abbildung 2 zeigt eine solche Hochdruck-Turbinenanlage, bei der das Turbinengehäuse gegenüber dem Schwungrad, Regler und Nebenauslaß geradezu klein aussieht.

Die deutsche Banki-Lizenz-Firma, die diese Anlage gebaut hat, die Maschinenfabrik Thierauf & Kießling in Hof a. d. Saale, ist auch mit einem Regler für 10—500 mkg auf den Markt gekommen, der sich für Turbinen jeder Art eignet. Bei dem Regler stehen verschiedene Elemente unter Patentschutz, so das auf Blattfedern sitzende und auch noch durch polygonal angeordnete Schraubenfedern zusammengehaltene Fliehgewichtspendel, ferner der zur Isodromeinrichtung gehörige Oelkatarakt. Die Einzelheiten werden später einmal beschrieben werden. (W. 157.)

Zuschrift an die Schriftleitung

„Die natürlichen Bedingungen der Donauversinkung und deren wirtschaftliche Nutzung." [1])

Unter dem ausdrücklichen Vorbehalt, auf die sämtlichen Ausführungen des Herrn von Gruenewald, wie auf die des Herrn Privatdozenten der Geologie an der Universität Freiburg im Breisgau, Dr. Julius Wilser, auch bezüglich des gemeinsamen Projekts Dr. Ludin-Wilser eingehend zurückzukommen, nachdem ich das Büchlein studiert habe, bemerke ich kurz folgendes:

„Ganz falsch und irreführend ist es, wenn Herr Dr. Wilser schreibt:

> „Es mag noch bemerkt werden, daß Baader die zweite Seite der Donauversinkungsfrage, d. i. die Ueberführung des Wassers über die Versinkungsstellen zur Behebung der Trockenlegung der Donau, nicht berücksichtigt."

Gerade diesbezüglich habe ich von allem Anfang an, als Erster bekanntermaßen ganz besonders auf die Erhaltung des ununterbrochenen historischen Donaulaufs den allergrößten Wert gelegt, und als Mittel zum Zweck nur die Ausnützung der Versinkungswassermenge mit dem Versinkungsgefälle zur Erzeugung der Energie herangezogen.

Dieser Unterschied kommt schon zum Ausdruck in meinem Kennwort: „Technisch praktische Lösung des Problems der Donauversinkung", gegenüber der Ueberschrift für die rein wirtschaftlich materielle Ausnützung.

Als die charakteristischen Gesichtspunkte und markanten Hauptmerkmale meines Projekts habe ich schon von meinen ersten Veröffentlichungen vor 20 Jahren an, jährlich wiederholt wie nachstehend angegeben, daß solche als allgemein bekannt anzunehmen sind:

„Die Versinkung zu verbauen dadurch, das Klein- und Mittelwasser an der Versinkung zu verhindern, zu fassen und das erhaltene Wasser zu teilen, den einen ersten Teil um die Versinkung gesichert herum zu leiten, dem Flußbett unterhalb Möhringen zuzuführen, womit dieser zur Erhaltung des ständigen ununterbrochenen Donaulaufs flußabwärts dient. (Conditio sine qua non.)

Der andere zweite Teil soll, statt der verbauten, dadurch an der Versinkung verhinderten unterirdischen Abzugsmenge, unter Ausnützung der Gefällstufe, oberirdisch zum Aachtopf geführt, nach Kraftausnützung da ausmünden. Dadurch wird ein vollständiger Ausgleich dieses Teils der Betriebswassermenge, zwischen ober- und unterirdischer Zuführung im Aachtopf stattfinden. Der weitere Ausgleich für die zur Behebung der Trockenlegung und Umleitung des Wassers über die Versinkungsstellen, damit im Donaulauf erhaltene Wassermenge soll durch die Sammel-Ausgleich-Becken erfolgen, womit dies weitgehendst berücksichtigt ist. Siehe die Artikel „Die Wasserkraft".

Damit ist eigentlich so ziemlich alles gesagt, wie der Herr Verfasser sowie Herr Dr. W. selbst zugeben muß, daß ich bekanntermaßen als erster Autor gelte, der den Gedanken der praktischen Lösung durch die Kraftausnützung der Donau-Aachwassermenge herangezogen hat.

Auch die Art und Weise, wie die obere und untere Versinkung verbaut, die Umführung, wie das Ganze durchgeführt werden soll, ist nicht nur im Entwurf enthalten, sondern liegt in allen Teilen durchgearbeitet vor.

Das Gegenteil behaupten könnte man fast nicht mit Unkenntnis entschuldigen, sondern dolus eventualis (böser Absicht) vermuten.

Allen den im Artikel angeführten Projekten: Konstanzer Stollenprojekt, (Variante) von Oberbaurat Guggenhahn, Weber Gießen, Dr. Ludin-Wilser, — diesen allen haben meine Vorarbeiten als Grundlage gedient. Herr Oberbaurat Guggenhahn hat meine Ausarbeitungen, wie solche dem württembergischen Ministerium vorgelegen, im Jahre 1910—14 als Referent der Ministerial-Abteilung für Straßen- und Wasserbau bearbeitet, Herr Bergingenieur Weber hat die Angaben bei mir entnommen. Ebenso habe ich Herrn Professor Dr. Ludin, als dem beratenden Ingenieur der Aachwerksbesitzer, eingehende Auskunft erteilt und in liberalster Weise meine Ausarbeitungen und Pläne zur Einsicht unterbreitet.

Sämtliche Projekte sind auf dem von mir von Anfang an aufgestellten Grundgedanken aufgebaut, man sucht dies zu umgehen, auf verschiedenen Wegen dies zu erreichen.

Die weiteren sachlichen Ausführungen werden folgen, damit sich jeder Unparteiische selbst ein Urteil über Priorität und den effektiven Wert der Projekte bilden kann. (W. 132)

Ulm, 21. Juni 1924.

A. Baader, Ing.

[1]) Die Wasserkraft Nr. 12 vom 15. Juni 1924.)

Digitized by Google

Das Wolchow-Kraftwerk. In unserem Bericht über die I. Weltkraft-Konferenz in London in Heft 14, Seite 236, ist das neue Kraftwerk am Wolchow als schwedische und englische Unternehmung bezeichnet. Der schwedische Vertreter des leitenden Ingenieurs der Wolchower Kraftanlage, Herr A. Snopkoff, Stockholm, legt in einer an uns gerichteten Zuschrift vom 15. August cr. Wert auf folgende Feststellung:

Die von uns gegebene Fassung könnte im Leser die falsche Vorstellung erwecken, als ob das Wolchower Kraftwerk ein ausländisches Unternehmen sei, während es in Wirklichkeit mit den Mitteln des Bundes der Sozialistischen Sowjet-Republiken gebaut wird und einige ausländische Firmen als Lieferanten insoweit beteiligt sind, als sie verschiedene Aufträge und Bestellungen ausführen, die ihnen von der Verwaltung des Wolchower Kraftwerkes übergeben wurden. Zu diesen Bestellungen gehören acht große Wasserturbinen von je 10000 PS (vgl. unsere Zeitschrift 1924, Heft 1, Seite 10, und Heft 12, Seite 209), zwei kleine Wasserturbinen von je 1400 PS, vier große Generatoren, ein Teil der Hochspannungs-Transformatoren, die noch im Ausland zu bestellen sind und noch einige kleinere Spezialartikel. Für alle diese Bestellungen werden von der S.S.R. pünktlich laut den Bedingungen der Lieferungsverträge Zahlungen geleistet, und daher wäre eine Annahme, daß das Wolchower Kraftwerk auch nur in seinen kleinsten Teilen ausländisches Unternehmen ist, vom Grunde aus falsch. — Wir geben dieser Feststellung gerne Raum; der Wortlaut unseres Berichtes war auch so aufzufassen, daß schwedische und englische Firmen als Lieferer in Frage kommen. Die Schriftleitung. (W. 188.)

Die neuesten Fortschritte im Turbinenbau.

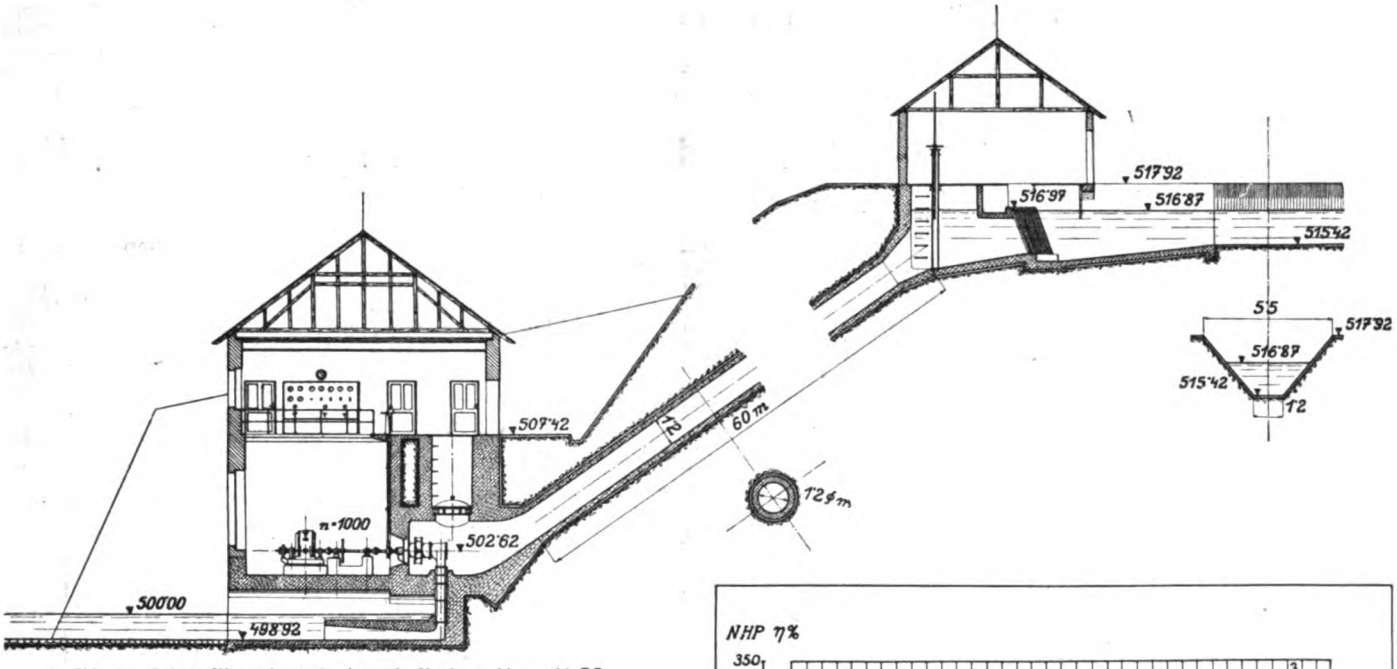


Abb. 3. Anlage Wiesenberg (horizontale Kaplanturbine, 300 PS, 17 m Gefälle, 1000 Umdr.)

Die beiden in Heft 14, S. 257 infolge verspäteter Zustellung nicht mehr aufgenommenen Abbildungen der Anlage Wiesenberg mit horizontaler Kaplanturbine lassen wir nebenstehend folgen.

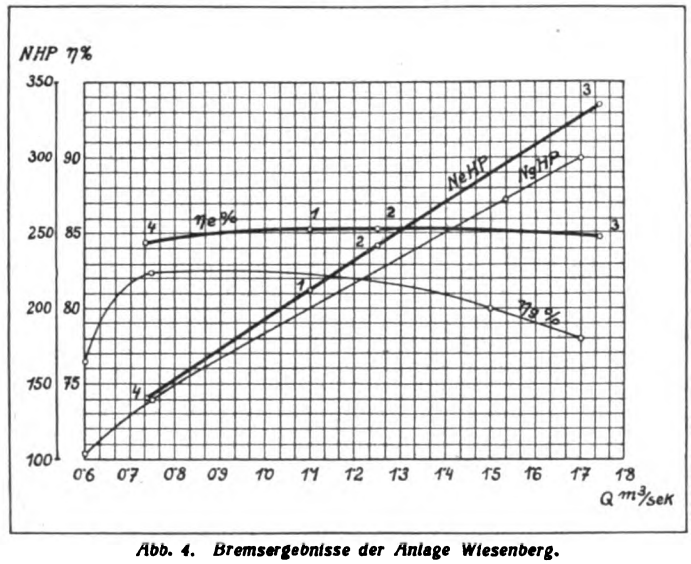


Abb. 4. Bremsergebnisse der Anlage Wiesenberg.

Digitized by Google

Rundschau

Wasserkraftanlagen

Ausnützung der Etsch bei Meran. Für die Nutzbarmachung des Etschgefälles bei Meran bestanden zwei Projekte. Ein Projekt der Etschwerke (E. W.) aus dem Jahre 1909, das den Ausbau einer zweiten Stufe ab Unterwassergraben des bestehenden Töllwerkes vorsah und ein zweites Projekt des Consortiums der Südtiroler Wasserkräfte aus dem Jahre 1919, welches bei Eliminierung des Töllwerkes das gesamte Gefälle in einer Stufe ausnützen wollte.

Die Wassermenge der Etsch an der Töll beträgt: Q min. 8 m³/Sek., Q mittel 14 m³/Sek., Q max. bis 35 m³/Sek. Unter Zugrundelegung von Q min. und Angabe der Kraftleistungen ab Schaltwand ergeben sich folgende Daten für die Werke:

Projekt	Nettogefälle	Leistung	Kosten
der E. W. . .	140 m	9800 PS	25 Mill. L.
Projekt Konsortium	276 m	19300 PS	66 Mill. (8000 PS an EW)
bestehendes Töllwerk	71 m	5000 PS	

Aus diesen Daten ergibt sich, daß das Projekt des Consortiums wohl besser gewesen wäre, als das der E. W. Trotzdem trat die Montecatinigesellschaft — nachdem sie sich zuerst die verfügbare Ueberschußenergie der E. W. von derzeit ca. 50 Millionen kwh. gesichert hatte, an die E. W. um Ueberlassung der Konzession heran. Sie sicherte dafür den E. W. unter anderem den ratenweisen Bezug von 5000 Kw. Winterenergie zu sehr günstigen Preisen zu. Die E. W. gingen auf diesen Vorschlag ein, da sie dadurch auf lange Jahre mit Winterstrom versorgt sind und sich dadurch die Erstellung einer teuern Speicheranlage ersparen.

Da sich die Regierung aus militärischen Gründen für das Werk sehr interessiert (Sprengstoffabrikation), erhielt die Gesellschaft die auf 35 m³/Sek. erhöhte Konzession in unglaublich kurzer Zeit

Nachdem aber der Stollen des Töllwerkes nur für 12 m³/Sek. gebaut ist, mußte ein weiterer Vertrag mit den E. W. geschlossen werden, der die Vergrößerung des Stollens dieses Werkes betraf und nach langen Verhandlungen zustande kam. Nach diesem erweitert die Montecatini das Töllwerk nach gemeinsam mit den E. W. auszuarbeitenden Plänen auf ihre Kosten und erhält das Recht, den aus der Wassermenge zwischen 15 und 35 m³/Sek. gewonnenen Strom auf die Dauer von 20 Jahren zu verwenden. Nach Ablauf dieser Zeit gehen sämtliche Anlagen in den Besitz der E. W. ohne Entschädigung über.

Die Montecatini, resp. die von ihr zu diesem Zwecke gegründete Gesellschaft „Società elettrica Alto Adige" errichtet zur Ausnützung des Werkes Marling, das mit 40 000 PS. installiert werden soll, eine Stickstoffabrik nach dem Patente Fauser u. Casale und will nach ihren Angaben durchschnittlich 30 t Stickstoff pro Tag erzeugen, der in Form von Ammonitrat das Werk verlassen soll.

Der zur Zerlegung des Wassers nötige Gleichstrom wird durch Generatoren geliefert, die direkt mit den Turbinen gekuppelt und bei Oerlikon bestellt sind.

An den Anlagen wird bereits emsig gearbeitet. Werk und Fabrik sollen schon Mitte 1925 in Betrieb gehen.

Die Errichtung der Stickstoffabrik in unmittelbarer Nähe des Kurortes hat zu lebhaften Meinungen und Auseinandersetzungen geführt, wie begreiflich. Es ist schwer verständlich, daß die maßgebenden Männer ihre Zustimmung zu dem Vertrag mit den Montecatiniwerken geben konnten, nachdem u. a. auch der als Gutachter angerufene Professor Caro, Berlin seine schweren Bedenken gegenüber der Errichtung einer Stickstoffabrik in Meran geäußert hatte mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Betriebsgefahren und die Schädigung der umliegenden Kulturen. Die Montecatiniwerke dagegen berufen sich auf ein gegenteiliges Gutachten Caros, wonach Schädigungen ausgeschlossen wären, worin aber vorsichtshalber doch die Zweckmäßigkeit angedeutet wird, die Stickstoffabrik einige Kilometer weiter weg zu verlegen unter Dortleitung des am Ort der Zentrale gewonnenen Wasserstoffes, denn die Erzeugung des Wasserstoffes durch Elektrolyse mit Gleichstrom sei an den Ort der Krafterzeugung gebunden. (Allerdings muß dem entgegengehalten werden, daß in anderen gleichartigen Betrieben ebenfalls die Energie in Form von Drehstrom erzeugt und durch Umformeranlagen in Gleichstrom umgesetzt wird, wie dies z. B. in größtem Umfange im Lautawerk mit Einanker-Umformern von je 4000 Kw. Leistung sowie in verschiedenen anderen Anlagen der Fall ist. Selbstverständlich entstehen durch die Umformer Mehrkosten infolge der Kosten der Umformeranlagen und auch Verluste, welch letztere sich allerdings durch zweckmäßige Anordnung in verhältnismäßig geringen Grenzen halten lassen, immerhin ist aber die Wichtigkeit Merans als Kurort und sind seine Kulturen diese Berücksichtigung dringendst wert, wenn man anders nicht den Willen herauslesen will, Meran aus irgend welchen Erwägungen heraus zu schädigen.) (Die Schriftleitung).

Jedenfalls wäre es außerordentlich bedauerlich, wenn sich Schädigungen des Kurortes ergeben würden. Eine solche kann aber keinesfalls der Ausnützung der Wasserkraft an sich zur Last gelegt werden, sondern lediglich der damit in keinem ursächlichen Zusammenhang stehenden chemischen Fabrik, bezw. dem Willen deren Unternehmen. (W. 136).

Steigerung der Baukosten von Kraftwerken. W. Handy, Baltimore, hat die Steigerung der Erstellungskosten von Elektrizitäten in der bekannten Form der Indexzahlen (Kostenstand 1911 = 100%) aufgestellt, indem der Anteil der einzelnen Leistungsarten (z. B. Gebäude, Maschinen, elektrische Ausrüstung, Freileitungs- und Kabelmaterial usw.) an den Gesamtkosten einer Anlage bestimmt, die Verteuerung jedes dieser Summanden festgestellt und mit der Wertigkeit jedes Teiles ein Gesamtindex berechnet wurde. Die Kostensteigerung bis Kriegsbeginn (Mitte 1914) ist fast unmerklich, von dort ab nimmt die Indexkurve, die man mit großer Annäherung als Weltmarkt-Indexkurve der meisten einschlägigen Materialien und Industrien wird betrachten können, folgenden Verlauf:

Zeitpunkt	Kostenindex
Mitte 1911	100 %
Mitte 1914	101 %
„ 1915	106 %
„ 1918	202 %
1 Jan. 1920	215 %
Mitte 1920	236 %
1. Sept 1921	191 %
1. Jan. 1923	194 %

Einzelne Materialgruppen zeigen allerdings erhebliche Abweichungen von diesem Mittelwert. (E. T. Z. 1923, H. 36, S. 851, nach El. World, 1923, S. 859). (W. 143) Rdl.

Reparatur korrodierter Laufräder durch Schweißung. Die Zeitschrift „Power" vom 11. III. 1924 berichtet über die Anwendung autogener Schweißung zur Reparatur angefressener Schaufelungen von Francisrädern in Amerika. Es wird diesem Verfahren zugute gehalten, daß die Reparatur außerordentlich rasch erfolgen kann und daß die geschweißten Stellen widerstandsfähiger sind als neue Laufräder. Bei Korrosionsgefahr ist die Hauptsache, Fehler im Entstehen zu beheben, um eine um sich greifende völlige Zerstörung der Schaufelung und erhebliche Wirkungsgradabfälle und damit große finanzielle Verluste durch Mindererzeugung an Leistung zu vermeiden, so daß nach dem Bericht die Anwendung der nötigen Sauerstoff-Acetylen-Schweißanlage sich rasch bezahlt macht. Bei der Connecticut Light & Power Co. waren Bronzelaufräder von Langsamläufern durch Korrosion wertlos geworden, da nach den a. a. O. gezeigten Abbildungen nicht nur

Digitized by Google

die Austrittsenden zerfressen waren, sondern auch jede Schaufel selbst im unteren Teil ein großes Loch im vollen Schaufelmaterial aufwies. Ebenso wies der bronzene Gehäusering im Spalt ausgedehnte Anfressungen auf, so daß die Teile für den Betrieb wertlos geworden waren. Zum Neuersatz der gegossenen Laufräder wäre eine neue Form nötig gewesen und man entschied sich mit Rücksicht auf erhebliche Einsparung an Zeit und Kosten für eine Reparatur durch Schweißung. Die Laufräder haben rund 1200 mm Eintrittsdurchmesser bei 460 mm Eintrittsbreite und 18 Schaufeln. Nach guter Anwärmung, welche zugleich eine wesentliche Zeitersparnis bei der Schweißung ermöglicht, wurde das Rad unter Aufwendung von etwa 0,5 kg Schweißdraht für jede Schaufel mit dem Sauerstoff-Acetylen-Apparat wieder hergestellt und waren keine weiteren Nacharbeitungen hieran mehr nötig. Die Ersparnis durch die Schweißung gegenüber der Neuherstellung eines Rades soll sich auf etwa 100 Dollar pro Rad gestellt haben. Rdl.

Wasserbau

Uebersicht über den hydrographischen Dienst in Italien. Die Einrichtung der Untersuchungen der Systeme der Wasserläufe und ihrer Ausnützung. Die Sammlung der Berichte und statistischen Angaben über das System der Wasserläufe und ihre Einzugsgebiete besorgt in Italien das Ministerium der öffentlichen Arbeiten durch den hydrographischen Dienst. Dieser Dienst umfaßt verschiedene selbständige Aemter und Abteilungen des Zivilbauwesens, die alle erst in ziemlich neuer Zeit eingerichtet wurden und für bestimmte Bereiche Aufsichtstellen mit rein hydrographischen Richtlinien sind. Es sind:

a) das Niederschlagsgebiet des Po (etwa 70 000 qkm Fläche), des weitaus wichtigsten italienischen Flusses, das einem besonderen Amt mit der Bezeichnung: „Hydrographisches Amt des Po" und mit dem Sitz in Parma übertragen ist. Das Amt wurde 1913 eingerichtet.

b) Mit der venetianischen Gegend (etwa 40 000 qkm Fläche) befaßt sich das hydrographische Amt der k. Verwaltung der Gewässer in Venedig (seit 1907). Dieses Amt beschäftigt sich auch mit hydrographischen Fragen für die Lagunen und das Meer für die ganze venetianische Küste, ihm wurden weiterhin durch neuerliche Verordnung auch die „erlösten" und infolge des Krieges Italien angegliederten Gebiete zugeteilt.

c) Für die übrigen Gebiete, die sich auf die italienische Halbinsel und die Inseln (etwa 195 000 qkm Fläche) erstrecken, sind acht selbständige Abteilungen des Zivilbauwesens vorgesehen, errichtet 1918 und besetzt mit Personal des Zivilbauwesens. Sie sind für acht verschiedene, hydrographisch bestimmte Kreise unter Bezugnahme auf die Küsten, an denen die betr. Wasserläufe einmünden, vorgesehen. Solche Abteilungen umfassen, abgesehen von den großen Inseln Sizilien und Sardinien, die Becken, die ausmünden

in die Küste von	Ligurien u. Toskana			mit dem Sitze in	Pisa
„ „ „	„ Latium			„ „ „	„ Rom
„ „ „	„ Campanien			„ „ „	„ Neapel
„ „ „	„ Calabrien-Lukanien			„ „ „	„ Catanzaro
„ „ „	„ Apulien u. Abruzzen			„ „ „	„ Chieti
„ „ „	„ Marken u. Romagna			„ „ „	„ Bologna

Alle Aemter und Abteilungen des Zivilbauwesens, die den hydrographischen Dienst besorgen, unterstehen der Oberleitung des Vorsitzenden der dritten Abteilung des „Zentralrates der öffentlichen Arbeiten", der neuerdings an Stelle des aufgelassenen „Zentralrates für Gewässer" trat.

Die ausgegebenen Richtlinien und die Arbeitsgebiete lassen sich in Kürze folgendermaßen umschreiben:

1. Einrichtung eines Zentralnetzes für die Messung der meteorischen Niederschläge. Die genaue Kenntnis dieser Niederschläge wurde als unerläßlich beurteilt, nicht nur, weil sie auf das Klima grundlegenden Einfluß haben, sondern auch weil es sich um leicht greifbare und für viele Gegenden schon bekannte Grundlagen für die mittelbare Einschätzung der Abflußmengen handelt.

Das Netz der Regenmeßstationen umfaßt etwa 3400 Stationen. Für je 90 qkm im Durchschnitt besteht also eine Station. Ein Zehntel dieser Stationen ist mit selbstaufzeichnenden Vorrichtungen ausgestattet. Die Stationen in den Bergen sind mit Regen-Schnee-Messern für die Messung der Schneemengen versehen. Sehr zahlreich sind auch die Vorrichtungen System Mougin und ähnliche für die Messungen der Niederschläge im Hochgebirge.

2. Einrichtung eines vollständigen Netzes hydrometrischer Stationen für Dauerbeobachtung der Höhenstände und Wassermengen der Wasserläufe. Die planmäßige Messung der Wassermengen ist eingeschränkt auf die Regengebiete, die geeignet sind, die hydrologischen, für die einzelnen hydrographischen Abteilungen bezeichnendsten Lagen darzustellen. Für solche Becken werden also die Beziehungen zwischen den Niederschlägen und den oberflächlich abfließenden Gewässern bestimmt. Die Ergebnisse lassen dann auch Rückschlüsse auf vorderhand noch nicht einbezogene Becken zu. Die Beobachtungsstationen erreichen jetzt die Zahl von einigen Hundert. Sie verteilen sich längs der belangreicheren Wasserläufe und sind in der Mehrzahl mit Messern für unmittelbare Ablesung versehen. Es gibt aber auch recht viele selbstaufzeichnende Vorrichtungen (über 100), insbesondere in den südlichen Gegenden und auf den Inseln, wo die Wasserläufe ganz veränderlich und ganz unregelmäßig sind.

3. Veröffentlichung der Beobachtungsergebnisse. Sie erfolgt durch besondere Jahres- und Monatsberichte, die durch die Aemter und Abteilungen unmittelbar vorbereitet werden. Die Reihe dieser Berichte beginnt für Venetien 1911, für das Pobecken 1913, für die übrigen Gegenden 1918. Sie umfassen alle notwendigeren Grundlagen für die hydrologischen Kenntnisse der Gegend und geben darüber auch eine kurze, kritische und vergleichende Ueberprüfung und eine vorläufige Ausarbeitung, die die Grundlagen für die auf die Ausnützung der Gewässer bezüglichen Studien zu liefern bestimmt ist.

4. Bestimmung und Veröffentlichung der geographischen und statistischen Angaben über die Regengebiete. Für alle diese Gebiete sind die Flächen bestimmt. Die Unterteilung in Sekundärbecken ist bis auf Flächenelemente von nicht über 100 qkm ausgedehnt. Für ausgedehntere Becken ist überdies eine hypsographische Einteilung durchgeführt, indem man die Teile der Becken nach Höhenlinien von 300 zu 300 m mißt. Die vorbezeichneten Grundlagen sind der Hauptsache nach schon in einer Doppelreihe von Heften veröffentlicht.

5. Die Höhenmessung der Wasserläufe gründet sich auf ein Netz von Präzisionshöhenmessungen, die durch das kgl. militärisch-geographische Institut längs der Hauptwasserläufe unter Zuhilfenahme der staatlichen geometrischen Haupthöhenmessung eigens ausgeführt wurden. Die Ausdehnung der bisher durchgeführten Höhenmessungen geht über 3500 km hinaus und umfaßt nunmehr alle Hauptwasserläufe des zentralen Italien, die Gegend von Venetien und der Poebene.

6. Uebersicht der in Italien ausführbaren künstlichen Seen. Dem hydrographischen Dienst wurde auch die planmäßige Durchführung von Uebersichten übertragen zur Einzelbehandlung aller Becken großen Umfanges, die in Italien gebildet werden können. Es ergibt sich, daß innerhalb Italiens die Möglichkeit besteht, (in Becken von über 10 Millionen cbm) etwa 10 Milliarden cbm aufzuspeichern, die einen Energievorrat, der auf etwa 5 Milliarden kWh zu schätzen ist, darstellen und die Bewässerung von mehr als 500 000 Hektar Boden erlauben. Von diesen Becken ist ungefähr ein Siebzigstel schon in Benützung und umfaßt ungefähr 1 Milliarde cbm.

7. Statistik der Wasserkräfte. In Vorbereitung ist die vollständige Feststellung der schon durchgeführten Verwertungen und man ist im Begriff, eine Einschätzung der dauernd verfügbaren Wasserkräfte vorzubereiten. (W. 90.) Dr. S.

Digitized by Google

Bahnelektrisierung.

Die Brennerbahn soll nach dem Plan der italienischen Regierung elektrisiert werden. Die Energie für die italienische Strecke Brenner-Verona soll von einem nahe Brixen zu errichtenden Kraftwerk geliefert werden, das sich, soweit die Nachrichten darüber erkennen lassen, an ein früheres Projekt von Zivilingenieur Hallinger anzuschließen scheint. Die Rienz soll bei Mühlbach am Eingang des Pustertales gefaßt und der Eisack, welche unterhalb Franzensfeste gefaßt wird, bei Brixen zugeführt werden. Beide Flüsse vereinigt, ergeben ein nicht speicherfähiges Werk von 32 000 PS. Winterleistung und 77 000 PS. Sommerleistung. Anschließend daran würden die österr. Bundesbahnen die nördliche Rampe des Brenners (Innsbruck-Brenner) mit Strom zunächst vom Ruetz- und Spullerseewerk zu elektrisieren haben. (W. 144)

Fortschritt in der Schweizer Bahnelektrisierung. Der erste Probezug, welcher die Schlußstrecke der nunmehr vollständig elektrisierten Nord—Süd-Strecke Basel—Chiasso befuhr, lief am 17. Mai 1924 in Basel ein, nachdem die Fahrleitungsstrecke Olten—Basel am 16. unter Spannung gesetzt worden war. Seit 18. Mai wurde der Betrieb schrittweise auf volle elektrische Zugförderung umgestellt und seit 2. Juni auch der Güterverkehr elektrisch geführt. Die 320 km lange Strecke Chiasso—Basel wurde bei Dampfbetrieb vom Schnellzug in 7 Std. 2 Min. durchfahren, mit elektrischer Förderung beträgt die Fahrzeit 5 Std. 55 Min. — Damit sind heute 550 km des insgesamt 2756 km Streckenlänge aufweisenden Netzes der S.B.B. elektrisiert. (Schweizerische Technikerzeitung 1924, Nr. 28, S. 335.) Rdl.

Kraftbedarf der Eisenbahnen. In „Engineering News" vom 10. Juli 1924 findet sich eine interessante Notiz über die in den Lokomotiven der U. S. A.-Eisenbahnen installierte Leistung.

Die New-York-Central-Eisenbahn, die mit einer Länge von nicht ganz 20 000 km 5% des Eisenbahnnetzes der Vereinigten Staaten ausmacht, hat in ihren Dampf- und elektrischen Lokomotiven eine Leistung von 11 Mill. HP installiert, während die installierte Leistung aller übrigen Kraftquellen des Landes 53 Mill. HP beträgt.

Wird die Leistung der Lokomotiven der übrigen Eisenbahnen auf Grund der Daten der N.Y.C. berechnet, so ergibt sich die Zahl der hier installierten HP zu 200 Mill., d. i. rund dem vierfachen der Leistung aller übrigen Kraftquellen.

Wird für die Lokomotiven ein Nutzungsfaktor von nur 5% angenommen, so ergibt sich eine Dauerleistung von 10 Mill. HP, d. s. 1 Mill. HP mehr als die gesamte installierte Leistung der Wasserkraftwerke des Landes und etwa ein Fünftel der potentiellen Energie aller ausbaufähigen Wasserkräfte. (W. 175.)

Vereine — Versammlungen

Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt e. V. Am 30. Mai 1924 fand unter starker Beteiligung der Reichs-, Staats- und Kommunalbehörden die diesjährige Hauptversammlung des Zentralvereins unter Vorsitz des Generaldirektor Dr. h. c. Fr. Ott/Köln in Berlin im Vereinshaus Deutscher Ingenieure, statt. Nach einleitenden Worten des Vorsitzenden und nach einem treuen Gedenken der Toten des Zentralvereins erstattete der Geschäftsführer des Zentralvereins, Syndikus Erich Schreiber, Berlin, den Geschäftsbericht. Der Vortragende hob in seinem Bericht besonders hervor, daß es durch organisatorische Maßnahmen, u. a. Schaffung eines Zentralbüros für alle Binnenschiffahrts-Organisationen der Reichs-Hauptstadt gelungen sei, den Zentralverein über die wirtschaftlich schwere Zeit der Inflation im Jahre 1923 hinweg zu helfen. Der Zentralverein hat sich im Berichtsjahr allen Fragen gewidmet, die der Förderung der deutschen Binnenschiffahrt, insbesondere den Ausbau des deutschen Wasserstraßennetzes zum Gegenstand hatten. Der bei dem Zentralverein bestehende Reichsausschuß der deutschen Binnenschiffahrt hat vor allem zur Erlangung der Wasserumschlagstarife, ferner zur Sicherstellung einer der Bedeutung der deutschen Binnenschiffahrt entsprechenden Vertretung in den Industrie- und Handelskammern, in den Eisenbahn- und Wasserstraßen-Beiräten u. a. umfangreiche Arbeit geleistet. Die Vorarbeit zur Wiederherausgabe der Zeitschrift, die wegen der wirtschaftlich schwierigen Lage im Jahre 1923 eingestellt werden mußte, wurde abgeschlossen, so daß die Zeitschrift für deutsche Binnenschiffahrt seit Januar 1924 wieder erscheint.

Ueber Zeitfragen der deutschen Binnenschiffahrt berichtete Dr. Schmitz, Duisburg. Er forderte in seinem Referat eine möglichst schnelle Durchführung der Vereinheitlichung des deutschen Wasserstraßenwesens unter Führung des Reiches; ferner hielt er bei Regelung der Frage der Umlegung der Industrie-Obligationen auf Grund des Sachverständigen-Gutachtens für die deutsche Binnenschiffahrt in Anbetracht ihrer recht erheblichen Leistungen auf Grund des Friedensvertrages und der Micum-Verträge eine Ausnahmestellung für unbedingt erforderlich. Direktor Tillich, Mülheim, trat für eine beschleunigte Einführung der Wasserumschlagstarife für Kohlen ein, indem er besonders auf die Konkurrenz der oberschlesischen Kohle in Frankfurt a. M. hinwies.

Anschließend hieran hielt Oberregierungs- und Baurat Innecken, Hannover, einen bemerkenswerten Vortrag über die Wasserstraßenverbindung zwischen Weser und Main. Ausgehend von der national-verkehrswirtschaftlichen Aufgabe des Weserstromes als rein deutscher Fluß, im Interesse unserer deutschen Häfen und unserer deutschen Schiffahrt und vor allem zum Nutzen der Allgemeinheit, das Auslandsgut unseren deutschen Nordseehäfen zuzuführen und die süddeutschen Gebiete durch letztere versorgen zu lassen, gab der Vortragende auf Grund langjähriger Erfahrungen als Vorsitzender des Vorarbeitenamtes in Eisenach ein Bild von den Bestrebungen, die auf eine Ausgestaltung und Fortsetzung der Wasserstraße und ihre Verbindung mit dem Main hinzielen. Diese Bestrebungen werden von drei verschiedenen Interessentengruppen, dem Werra-Kanalverein in Minden, dem See—Fulda—Main-Kanal in Fulda und dem Fulda—Lahn-Kanal in Limburg a. d. Lahn gefördert, von denen jeder Verein seine bestimmte Linie als die für seine Interessen günstigste und für die Allgemeinheit zweckmäßigste in Vorschlag bringt. Die Projekte der beiden ersten Vereine wurden von dem staatlichen Vorarbeitenamt in Eisenach eingehend geprüft. Die von diesem Amt angestellten Untersuchungen, welche die Frage der Bauwerke, Schleusen, Gefälle Häfen, der Wasserversorgung, Kraftwerke und der allgemeinen Wirtschaftlichkeit für beide Linien bis ins Eingehendste behandelten, haben den Nachweis erbracht, daß gegen die technische Ausführungsmöglichkeit und wirtschaftliche Rentabilität der geplanten Kanallinien keinerlei Bedenken bestehen.

Allerdings ist in unserer Zeit der Not an den Ausbau der Kanäle in ihrer ganzen Länge nicht zu denken. Das schließt jedoch nicht aus, daß man von jedem Kanal diejenige Strecke auszubauen versucht, welche, gestützt auf den Gewinn an Kraft, wirtschaftlich sich gestalten läßt. Daneben erscheint es für alle Interessenten der Weser besonders erstrebenswert, zuerst den Bau der Weserkanalisierung (besonders von Minden bis Bremen) und des Mittellandkanals zu fördern.

Der Vortragende schloß seine mit Interesse aufgenommenen, durch eine große Anzahl Lichtbilder erläuterten Ausführungen mit dem Hinweise, daß die von ihm vorgetragenen Wasserstraßenpläne nicht nur von großer entscheidender Bedeutung für das Wesergebiet, sondern von nationaler Bedeutung für ganz Deutschland sind, da sie neben der dringlich-notwendigen Verbesserung der Wasserstraßen werbende Anlagen schaffen, welche den Wiederaufbau Deutschlands stärken.

Als letzter Redner sprach Oberingenieur Hülsmeier, Riesa, über die Arbeitsweise des Lauchhammer Werkes in Riesa. An Hand einer Reihe von Lichtbildern gab er einen

Digitized by Google

sehr interessanten Einblick in die Schiffbau-Werkstätten der Lauchhammer A.-G. zu Riesa.

Ein sehr instruktiver Film „Vom Stahlblock bis zum fertigen Schiff", beschloß die mit großem Beifall aufgenommenen, interessanten Ausführungen. (W. 124.)

Geschäftliches

Käwag. Am 16. Mai fand die erste ordentliche General-Versammlung der Kärntner Wasserkraftwerke A.-G. statt, bei welcher 1 332 856 Aktien mit 666 406 Stimmen vertreten waren. Aus dem vorgelegten Geschäftsbericht geht hervor, daß die Bauarbeiten am Forstseekraftwerk in sehr erfreulicher Weise fortschreiten, so daß die Inbetriebnahme des Werkes noch im heurigen Jahre erfolgen kann. — Das Aktiennominale betrug per 31. XII. 1923 4 800 000 000.— Kr., die Kapitalreserve 5 130 189 054.28 Kr.

Die Generalversammlung hat den Geschäftsbericht zur Kenntnis genommen, die Bilanz (vorbehaltlich der Post Beteiligungen, worüber die nächste Generalversammlung beschließen wird) mit 634 056 gegen 31 330 Stimmen genehmigt und beschlossen, den Reinertrag von 114 404 431.22 Kronen auf neue Rechnung vorzutragen.

In der Versammlung trat eine von Dr. Hoffmannsthal geführte Minderheit auf, welche über rund 40 000 Stimmen verfügte, der gegenüber eine geschlossene Mehrheit von rund 620 000 Stimmen hinter dem Verwaltungsrate stand. Das ausgeschiedene Mitglied des Exekutiv-Komitees, Konsul a. D. Ing. Ihle wurde mit 509 703 gegen 39 796 Stimmen aus dem Verwaltungsrate der Gesellschaft abberufen. Der Verwaltungsrat besteht nunmehr nur aus den Herren: Landesregierungs-Vizepräsident i. R. Possanner-Ehrenthal als Präsident der Gesellschaft; Landeshauptmannstellvertreter Sylvester Leer als Vizepräsident, ferner aus den Verwaltungsräten: Bürgermeister Prof. Friedrich Wolsegger, Vizebürgermeister Ing. Pichler, Fabrikant Valentin Paternioner, Direktor Wilhelm Bartling, Stadtrat Direktor Adolf

Ausbau der steierischen Wasserkräfte. Für Sicherstellung der Fortsetzung und weiteren Ausgestaltung des Bauprogrammes der steierischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. (Steweag) sind auf Grund einer in Wien mit Beteiligung der Wiener Großbanken abgehaltenen, eingehenden Besprechung in Mailand mit den italienischen Finanzgruppen (Banca commerciale, Credito italiano, Edison-Ges.) weittragende Verhandlungen gepflogen worden. Sie haben zu einem vollen, günstigen Erfolge geführt; der Steweag werden neuerlich 80 Milliarden Kronen zur Verfügung gestellt, so daß nicht nur das Kabelnetz in Graz und die Leitung in das Mürztal zur Belieferung der dortigen Industrie mit elektrischem Strom aus dem Ende dieses Jahres in Betrieb zu setzenden Teigitsch-Kraftwerke ausgebaut werden kann, sondern auch der Ausbau der 1. Stufe von der Niederdruckanlage Bruck-Mixnitz an der Mur in Angriff genommen werden kann. Dieses Werk wird dann die Versorgung des obersteierischen Industriegebietes, sowie der dortigen Städte und Ortschaften übernehmen, während das Teigitsch-Kraftwerk ausschließlich die Stadt Graz und Mittelsteiermark bedienen wird. — Die Leitung in das Mürztal soll ihre Fortsetzung über den Semmering bis nach Wiener-Neustadt finden, damit die großen Industriebezirke von Niederösterreich und Steiermark verbunden sind, um von einer gemeinsamen Sammelschiene aus den allseitigen Kraftbedarf zu decken. (W. 177.) Sch.

Kurze Nachrichten

Augsburg. Der Stadtrat faßte den Entschluß, den Ausbau der Lechkraftwerke von Prittriching bis zum Kochablaß in Angriff zu nehmen. Als 1. Rate für dieses große Unternehmen wurde im Haushaltsplan 1924 1 Million Goldmark eingesetzt. Die Herstellung des Werkes wird auf Jahre hinaus Tausenden von Arbeitslosen Verdienst verschaffen. Beim neuen Flußkilometer sieben, wo der Lech noch seine ganze Wassermasse ungeteilt mit sich führt, wird der Strom durch ein Wehr aufgestaut. Fünf Kraftwerke werden von hier aus an einem 17 km langen Werkkanal erstehen, der oberhalb des Lechablasses in den jetzigen Umgehungskanal einmündet. Das auf dieser Strecke verfügbare Gefälle von rund 47 m wird in fünf je 9—10 m hohen Stufen ausgenützt werden. Erzielt wird hieraus 47 000 PS reiner Nutzeffekt. Unterhalb des Hochablasses ist ein kleineres sechstes Kraftwerk von 2650 PS vorgesehen. — **Bau eines neuen Kraftwerkes an der Werra.** Bei Spichra, zwischen Hörschel und Kreuzburg, wurde dieser Tage mit dem Bau eines neuen Großkraftwerkes begonnen. Man hofft, daß die umfangreichen Erdarbeiten noch in diesem Jahre beendet werden können. Nachdem von der Thüringer Regierung eine ganze Anzahl von Einsprüchen seitens der Anlieger endgültig abgewiesen wurde, steht einem raschen Vorwärtsschreiten des Unternehmens, das für die ganze Industrie dieser Gegend von hohem Nutzen sein wird, nichts mehr im Wege. Ein Teil der erwarteten Ueberschüsse soll zur Finanzierung der Werra-Regulierung Verwendung finden. — **Wurzen** (Sachsen). Der sächsische Landtag hat vier Wasserkraftanlagen zur Ausführung genehmigt. Es handelt sich um je eine Anlage an der Vereinigten Mulde bei Wurzen, an der Zwickauer Mulde bei Waldenburg, am Schwarzwasser in Aue und an der Freiberger Mulde bei Klosterbuch. Die Gesamtanlagekosten sind mit 3 700 000 Mark ermittelt worden. Die Selbstkosten einer kWh stellen sich auf 2,78 Pfg. — **Durlach** (Bad.). Die Stadtgemeinde beabsichtigt die Errichtung einer Wasserkraftanlage. Die Wasserkraft der Pfinz soll für das städtische Wasserwerk nutzbar gemacht werden. Die Wasserkraftanlage soll bei der Obermühle, die Eigentum der Stadt Durlach ist, errichtet werden. — **Bad-Kösen a. Saale** (Freist. Sachsen). Die Stadtgemeinde plant den Ausbau der Saale-Wasserkräfte durch Errichtung einer Wasserkraftanlage in der Nähe von Bad Kösen. — **Darmstadt.** Das hessische Kulturbauamt hat die Bauarbeiten für den Ausbau einer Wasserkraftanlage der Gemeinde Schönnen, Kreis Erbach im Odenwald, ausgeschrieben. — **Neues Talsperrenprojekt in Polen.** der polnische Staat plant die Ausführung einer Sperre in den Westbeskiden in der Sola bei dem Orte Porombka. Die Mauer erhält eine Höhe von 21 m und eine Stärke von 16 m an der Basis und 6 m an der Krone. Die erste Aufgabe der Talsperre ist der Hochwasserschutz für die unterhalb liegenden Ortschaften bis Krakau. Nebenzweck ist die Ausnutzung der Wasserkraft für die Erzeugung elektrischen Stromes. Es ist der Bau eines Kraftwerkes mit drei Turbinen von je 3800 PS zur Erzeugung von jährlich 28 Mill. Kilowattstunden geplant. Als weiterer Nebenzweck war ursprünglich die Speisung des geplanten Oder—Weichsel-Kanals in Aussicht genommen. Jetzt, da dieses Kanalprojekt in den Hintergrund getreten ist, hat man die Möglichkeit ins Auge gefaßt, die Sola-Talsperre für die Wasserversorgung des ostoberschlesischen Industriebezirks nutzbar zu machen. — **Helsingfors** (Finnland). Zum Bau einer Kraftstation plant die Regierung die Aufnahme einer Anleihe im Betrage von 2 250 000 Pfund Sterling. Das diesbezügliche Projekt hat die Bestätigung des Präsidenten erhalten. — **Ausnützung der dalmatinischen Wasserkräfte.** Unter Mitwirkung der Böhmisch-Mährischen Kohlen A.-G. wird eine Aktiengesellschaft mit einem Kapital von 20 Millionen Dinar gegründet. Wie die „Korrespondenz der Berichte aus den neuen Staaten" meldet, wird diese Gesellschaft die dalmatinischen Wasserkräfte für das Elektrizitätswerk in Spalato ausbauen. 62 Prozent des Kapitals werden vom jugoslavischen Staat übernommen. — **Die Wasserkräfte auf Ceylon.** Ein von der Regierung eingesetzter Ausschuß zur Prüfung der Wasserkräfte Ceylons hat festgestellt, daß etwa 200 000 PS ausgenutzt werden können, davon allein 70 000 an einer Stelle des Mahawelliganga im Innern der Insel und 50 000 bei den Kitulgalaschnellen, rd. 70 km von Colombo. Es ist außerdem der seit längerer Zeit geplante Bau eines Wasserkraftwerkes genehmigt worden, das die Gewässer des Aberdeen und Laxapana-Gebietes verwerten und im ersten Ausbau bei 10,7 Mill. Rupien (rd. 14 Mill. GM.) Kosten zunächst 10 000 kW nach Colombo abgeben sowie dessen Umgebung versorgen wird. Der zweite Ausbau soll 15 000 kW liefern

Digitized by Google

und 11,8 Mill. Rupien erfordern, und vom dritten wird bei 24,1 Mill. Rupien Aufwendung infolge Ausdehnung des Absatzgebietes auf einen großen Tee- und Gummibezirk eine Erhöhung der Leistung auf 32 500 kW erwartet. Erweiterungen der Anlage, der sich auch jetzt schon mit Oelmaschinen betriebene Stationen besitzenden kleineren Städte anschließen dürften, nach verschiedenen Richtungen sind projektiert.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Bewässerung und Entwässerung. Pumpwerke zu Entwässerungszwecken in der Schweiz. Von Dipl.-Ing. Härry. Schweizerische Wasserwirtschaft, Mitteilungen des Linth-Limmatverbandes 1924, Nr. 3, S. 13—27 m. 20 Abb. (Beschreibung der Pumpwerke Flüelen, Belpmoos, Nidaumoos, Dipoldsau und Altenrhein, maschinelle Einrichtungen.

— Städtekanalisation in Tunnelbauweise. Von Reg.-Bmstr. Dr.-Ing. W. Petry. „Der Bauing." 1924, Heft 11, S. 350—352; 3 Abb. (Allgemeine technische und wirtschaftliche Vorteile der Tunnelbauweise bei Städtekanalisationen. Art und Anwendungsgebiete. Ausgeführte Anlagen.)

— Die Entwicklung der Bewässerungsanlagen in Nord-Kanada. Von P. I. Jennings. Engineering News Record Nr. 15 v. 10. 4. 24. S. 616—618; 4 Abb. (Erläuterung der bestehenden und geplanten Bewässerungsbezirke, Beschreibung einiger Bauwerke).

Energiewirtschaft. Das Achenseewerk und die Energiewirtschaft Oesterreichs. Von Dr.-Ing. Pernt. — Die Wasserwirtschaft, Wien, 1924, H. 12, Seite 201—203; 2 Abb. (Konstitution der „Tiwag", die Vereinigung von Betriebsführung und Besitz des Sees mit Annexen in der Tiwag gewährt Vermeidung einseitiger Interessenbefolgung und verbilligt den Bau.)

— Irrtum und Wahrheit über Wasserkraft und Kohle. Von Dr.-ing. Vas. Die Wasserwirtschaft, Wien, 1924, H. 12, S. 203—206. (Bericht über einen Vortrag von Oberbaurat Ing. Gerbel, welcher die Kohlenersparnis in Oesterreich durch den Wasserkraftausbau geringer als die bisherigen Aufstellungen anschlägt; Diskussionsbericht; Bedeutung des raschesten Wasserkraftausbaues; Hinweis auf den Nutzen für die Versorgung mit Kunstdünger).

— Die Absatzverhältnisse bei den Wasserkraftwerken in der Schweiz. — Nach Bull. S. E. V. Bd. 15, 1924, S. 1; E. T. Z. 1924, H. 30, S. 810—811; 2 Abb. (Darbietung und Ausnutzung der schweiz. Wasserkraftwerke, mittl. Belastungskurven, Ausnutzungsziffer im Mittel dzt. 50%; Verbesserung der Jahresausnutzung: Ausfuhr der Abfallkraft, Speicherung.)

— Lohnt es, heute Wasserkräfte auszubauen? Von Dr.-Ing. Leiner. „Tiefbau" 1924, Nr. 52, S. 111—115. (Verf. möchte „nicht vorbehaltlos in den Ausbauhymnus einstimmen". Es sollen nur konkurrenzfähige Wasserkräfte ausgebaut werden, und dann nur mit allen Feinheiten des modernen Masserkraftausbaues.)

— Inwieweit können die neuesten Fortschritte in der Dampfkrafterzeugung den Ausbau unserer Wasserkräfte beeinflussen? Von Ing. Brock. Die Wasserwirtschaft, Wien 1924, Nr. 13, S. 217—226. (Ueberblick über die Entwicklung der Wärmewirtschaft in Dampfkraftanlagen, Anlagekosten von Dampfwerken, Energiepreis; Anlagekosten und Energiepreis von Wasserkraftanlagen, Spitzendeckung durch Dampfanlagen und Hochdruckspeicher, Notwendigkeit des Wasserkraftausbaus).

— Das Achenseewerk und die Energiewirtschaft Oesterreichs. Von Ministerialrat Dr. Pernt. Die Wasserwirtschaft, Wien 1924, Nr. 13, S. 226—229 mit 1 Abb. (Einfügung des Achenseewerkes mit 65 Millionen kWh jährlicher Lieferung in den Energiehaushalt Tirols, Beweis von dessen Nützlichkeit am Beispiel der städt. Elektrizitätswerke Innsbruck, welche dadurch von 25 Prozent Ausnützung der verfügbaren nicht speicherfähigen Kraft auf 60 Prozent Ausnutzung für hochwertige Energie aufgebessert werden können. Das Achenseewerk wird als Winterkraftwerk und für den Bahnbetrieb mit 44 Millionen kWh Winterhalbjahrsleistung von größter Bedeutung sein).

— Der Wert von Wasserspeichern für den Wasserkraftbetrieb. Von Dipl.-Ing. A. Thoma. Der Süddeutsche Müller 1924, H. 25, S. 240—242. (Wert der Wasserspeicherung in Stauweihern und mit Pumpenakkumulierung).

— Die Wasserkräfte Norwegens. Schweizerische Techniker-Zeitung 1924, Nr. 29, S. 343—346. (Zusammenfassendes Referat hierüber aus Electrical World mit guten Abbildungen der Raanaasfoß-Anlage).

Elektrotechnik. II. Internationale Konferenz über Fragen der Großkraftübertragung (Paris, 26. Okt. — 1. Nov. 1923). Von Dr. Beck. — E. d. M. 1924, H. 25, S. 393—399 (auszugsweise Wiedergabe der Verträge über Stromerzeuger und Umformer, Fernleitungsbau, — Betrieb und — Schutz). —

— Die Verrechnung elektrischer Energie unter Berücksichtigung der Blindströme. Von Dr. ing. v. Krukowski. Siemens-Zeitschrift 1924, H. 6, S. 160—164 und H. 7, S. 217—222 mit 7 Abb. (Theoretische Grundlagen und Wirtschaftlichkeit der Blindstrommessung, Meßgeräte und Verrechnungsverfahren).

— Lüftung von Hochspannungs-Schaltanlagen im Bau und im Betrieb. Referat über einen Vortrag von Dr. Estorff im elektrotechnischen Verein Berlin. ETZ. 1924, H. 28, S. 762—763 mit 2 Abb. (Ungünstiger Einfluß zu hoher Luftfeuchtigkeit auf den Isolationszustand und die Erhaltung der Apparate, bauliche und betriebliche Maßnahmen für richtige Lüftung und Vermeidung schädlicher Folgen).

— Der Selektivschutz und das System der selbsttätigen Entlastung. Von Dr.-Ing. Schleicher. — Elektrotechnik u. Maschinenbau, Wien, 1924, H. 29, S. 453—458; 9 Abb. (Beschreibung des neuen Schutzsystems, welches bei Ueberlastung nicht die ganze Anlage, sondern der Reihe nach einzelne abgehende Leitungen abschaltet und erst, wenn dadurch die Ueberlastung nicht behoben wird, die Stromquelle abschaltet. Beispiele.)

Wasserbau. Ueber die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete der Wasserkraftgewinnung vom Standpunkte des Bauingenieurwesens. Von Oberbaurat Dr.-Ing. Innerebner. (Forts.) Die Wasserwirtschaft, Wien, 1924, H. 15, S. 255 — 259. (Erfahrungen und Gesichtspunkte für Druckstollen und Druckschächte; Wasserschlösser und deren neuere Formen [Kammer-Wasserschlösser]; Ueberlaufgerinne: Kaskaden, Schußtennen; Untersuchungen an der Schußtenne des Ruetzwerkes: Wassergeschwindigkeit praktisch unabhängig von der Wassermenge, Luftaufnahme und Volumenvergrößerung der abstürzenden Wassermenge hiedurch bis auf das vierfache des Wasservolumens. Druckrohrleitungen.)

— Strömender oder schießender Abfluß? Von Dipl.-Ing. Frauenfelder. Schweiz. Bauztg. 1924, Bd. 81, Nr. 4, S. 44. (Einfache Formel zur Feststellung des Abflußcharakters; Schießen tritt ein, wenn die Geschwindigkeitshöhe der mittl. Geschw. größer ist als die halbe Tiefe eines Rechteckquerschnittes von gleicher Größe und Breite wie das unregelmäßige Profil.)

— Praktische Sonderfragen bezüglich Betonbauten im Meerwasser. Von Dr.-Ing. O. Gaßner. „Zement" 1924, Nr. 21, 22, 23, 24 und 25. (Eingehende Ausführungen über Verwendbarkeit der verschiedenen Zemente im Meerwasser. Betontechnische Erfahrungen.)

— Die Wirkungen des Ausbaues von Großwasserkraftanlagen auf das Flußregime. Von Prof. Dr. Schaffernak. Die Wasserwirtschaft, Wien, 1924, H. 15, S. 259—263 und H. 16, S. 274—279; 14 Abb. (Wichtigkeit der Berücksichtigung nicht nur der veränderten Wasserführung, sondern ebenso der veränderten Geschiebeführung bei Eingriffen in einen Flußlauf. Graphische Methode zur Bestimmung der „Geschiebemengen-Dauer-

Digitized by Google

linien". Berechnung der Geschiebefrachten: Wirkung des Wasserentzuges aus einem Flußlauf [Geschiebe-Ablagerung] und des Wasserausgleiches durch Speicherbecken [vermehrte Geschiebe-Abfuhr und Sohlenvertiefung]. Wirkung des Geschieberückhaltes durch vorgeschaltete Stauräume [Abtrag der Flußsohle]. — Das Rechnen mit Umformungen der Flußsohle: Graphisches Verfahren; Umformungen durch Einengung oder Erweiterung des Flußbettes [Beispiele: Isar, Traun], bei Wasserentzug [Ill bei Feldkirch], durch Wassermengenausgleich, bei Geschieberückhalt durch Stauräume [Saalachsee bei Reichenhall]. — Wichtigkeit der Einhaltung des Flußregimes bei Kraftanlagen.)

Wasserstraßen. Wirtschaftliche Betrachtungen zur Rheinschiffahrt Straßburg—Basel—Bodensee. Von Baurat Altmayer. Die Rheinquellen, 1924, H. 7, S. 172—181; 3 Abb. (Betrachtung des Energieaufwandes und der Schleppkosten für Dampfschlepper, abhängig von der Wassergeschwindigkeit und dem Wasserspiegelgefälle.)

— Die Wasserstraßenverbindung zwischen Weser und Main. Von Oberreg. und Baurat Innecken, Hannover. Zeitschrift f. Binnenschiffahrt 1924, H. 7, S. 154 bis 159. (Vergleich der verschiedenen Kanalprojekte hinsichtlich der Linienführung, Bauwerke, Wasserversorgung und Kraftgewinnung. [Fortsetzung folgt.])

— Der XIII. Internationale Schiffahrtskongreß. Von Oberbaurat a. D. Cassinone, Karlsruhe. „Der Bauing." 1924, H. 13, S. 409—410. (Bericht über den vom 2.—7. Juli in London unter Ausschluß der Zentralmächte stattgefundenen Kongreß.)

— Der Ausbau des Rheins zwischen Basel und Bodensee. Von E. Mattern, Berlin. „Z. d. V. d. I." 1924, Nr. 29 und 30; S. 752—756 und 774—776; 10 Abb. (Bespr. versch. Entwürfe von betriebstechnischen Gesichtspunkten. Verkehrsentwicklung. Vergleich zwischen Wasser- und Eisenbahntransportkosten. Vorschlag eines Weges, auf dem die dringende Entwicklung der Kraftwirtschaft am Oberrhein in Einklang gebracht werden kann mit dem organischen Stromausbau für den Wasserverkehr.)

Buchbesprechungen

Wasserwirtschaftsplan des Linth-Limmat-Gebietes. Bearbeitet im Auftrage des Linth-Limmat-Verbandes von H. Peter, Buchdruckerei zur alten Universität, Zürich 1924, 175 Seiten mit 28 zum Teil farbigen Abbildungen und vielen Zahlentafeln.

Das vorliegende Buch gibt eine Zusammenfassung der bisher über die Wasserwirtschaft des Linth-Limmat-Gebietes, die Ausnutzung der Wasserkraft und die Schiffbarmachung geleisteten Arbeiten auf Grund der hydrologischen Verhältnisse und an Hand der verschiedenen vorliegenden Projekte. Nach einer allgemeinen hydrographischen Beschreibung des Flußgebietes wird die bisherige und noch mögliche Regulierung des Walensees, des Zürchersees und der Limmat beschrieben. Der Ausnutzung der Wasserkräfte an Hand der verschiedenen einander gegenübergestellten Möglichkeiten zusammen mit einer Schiffahrtsstraße bis zum Zürchersee ist ein breiter Raum gewidmet und zusammenfassend wird über die gesamte gewinnbare Energie von zusammen rund 350 Millionen kWh jährlich und über die Wirtschaftlichkeit des Schiffahrtsbetriebes berichtet. Man wird selten eine so eingehend durchgearbeitete Monographie finden, wie sie im Vorliegenden der Vorstand des Linth-Limmat-Verbandes und der Berichterstatter H. Peter vorgelegt haben. (W. 169.) Rdl.

Einflüsse auf Beton von Prof. Dr.-Ing. A. Kleinlogel, Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin 1924; 331 Seiten. Geh. 13.50 M. —.

Wie aus dem erweiterten Titel hervorgeht, behandelt das Werk die chemischen, mechanischen und sonstigen Einflüsse von Säuren, Laugen, Oelen, Dämpfen, Wässern, Erden, Lagergütern und dergleichen auf Mörtel und Beton, sowie die Maßnahmen zur Verringerung und Verhütung dieser Einflüsse. Nach einer kurzen Einleitung „Allgemeines über Bindemittel" sind Mitteilungen über alle denkbaren Verfahren und Mittel zum Schutze gegen die verschiedenen schädlichen Einflüsse unter möglichster Bekanntgabe der bisherigen Erfahrungen in Form eines Nachschlagebuches kurz zusammengestellt und recht übersichtlich geordnet; es sind in Form von Stichworten Angaben über die Wahl und Behandlung gegeben, außerdem finden sich auch Hinweise auf die einschlägige Literatur. Bei der großen Zahl der auf dem Baumarkt oft mit überflüssigen Worten angebotenen chemischen Mitteln, z. B. für Erhaltung und Abdichtung des Betons gegen Wasser ist es schwer, sich hierüber ein sicheres Urteil zu bilden. Da leistet nun die Arbeit von Kleinlogel, ein anerkannter Fachmann auf diesem Gebiet, sehr wertvolle Dienste, umso mehr, als die Angaben sachlich auf Grund einer 10jährigen Beobachtung gemacht sind. Einen weiten Raum nehmen auch die Angaben über den Einfluß der Oele und Fette sowie des Moorwassers und Meerwassers, ferner der Säuren in der Verwendung der Betonbauten ein. Das Buch ist einseitig bedruckt und bietet dadurch die Möglichkeit, eigene Erfahrungen und Beobachtungen einzufügen.

Alles in allem, das Werk hält, was es im Vorwort verspricht: Es ist ein Buch, das jedem Praktiker in die Hand gegeben werden kann und ihm sicherlich ein willkommener Beitrag zu seinen selbsterworbenen Kenntnissen und Erfahrungen sein wird. (W. 140) Kra.

Hochspannungsanlagen von Friedrich Weickert, Obering.; 165 Seiten mit 128 Abbildungen; Leipzig 1923; Dr. Max Jänecke.

Das vorliegende Büchlein soll dem Vorwort nach nur das wichtigste mitteilen und den Anfänger in Projektierung und Bauleitung mit den Grundzügen und hauptsächlichsten Erfahrungen bekannt machen. Diesem Programm wird das Büchlein gerecht, wenn es auch selbstverständlich vieles nur streifen kann, vieles auch weglassen muß. Wertvolle praktische Winke werden dem Anfänger an zahlreichen Stellen vermittelt, es sei z. B. nur auf die Absätze über Schutzerdung, über Zählerschaltungen (dankenswert sind auch die Hinweise auf die Fehlschaltungen nach Stadtbauamtmann Dipl.-Ing. Schmidt, hier), Inbetriebsetzungsmaßnahmen usw. hingewiesen. Breiter hätte vielleicht das Gebiet des Ueberspannungsschutzes behandelt sein können, ebenso der Entwurf von Schaltungen. (W. 170) Rdl.

Sprungwellenschäden und ihre Bekämpfung durch Glimmschutz. Nach den Erfahrungen der Dr. Paul Meyer-A.-G. von Dr.-Ing. Gg. J. Meyer; B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1924; 67 Seiten mit 35 Abb.

Die vorliegende Schrift behandelt als Fortsetzung der bereits in unserm vorigen Jahrgang Heft 19/20, S. 269, besprochenen Broschüre des gleichen Verfassers an Hand von durchwegs stichhaltigen qualitativen Ueberlegungen die physikalischen Grundlagen der Ueberspannungserscheinungen, insbesonders den Energieinhalt der Ueberspannungswellen und den Einfluß der Steilheit ihrer Front. Die angestellten Ueberlegungen, die sich zumeist auf Betriebsvorgänge gründen, sind elegant gelöst und haben gerade deshalb Interesse und Wert, weil sie keine auf irgendwelche schwankenden Voraussetzungen aufgebauten zahlenscharfen Rechnungen darstellen, deren Ergebnisse von vornherein von dem Zutreffen der Voraussetzungen abhängen, sondern weil sie eben mehr qualitativ und physikalisch gedeutet mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit Ergebnisse der Praxis verwerten. Sie bekräftigen den Standpunkt, daß ein Maß für die Gefährdung ausschließlich die Steilheit der Wellen bildet und daß zu deren Abschleifung und durch Unschädlichmachung nur geringe Energiemengen abzuleiten sind. Von Wert für den Betriebsfachmann sind auch die Ueberlegungen und, wie man wohl sagen kann, Beweise für den Uebertritt von Ueberspannungen über Transformatoren durch induktive Kupplung der Windungen, eine Ansicht, die auch der Berichterstatter schon seit längerem verteidigt. Die mit dem Glimmschutz gemachten Erfahrungen werden zum Beweise der entwickelten Ansichten herangezogen. (W. 173) Rdl.

Freileitungsbau, Ortsnetzbau, ein Leitfaden für Montage- und Projektierungs-Ingenieure, Betriebsleiter und Ver-

Digitized by Google

KÖLNER MESSE

Der Großmarkt des Westens

HERBSTMESSE

Vorausweise für Einkäufer durch die Ortsvertretungen der Einzelhandelsverbände u. die Handelskammern.

14-19. Sept. 1924

waltungsbeamte von F. Kapper, stellvertretender Direktor der Badischen Elektrizitäts-A.-G. Mannheim, 387 Seiten, Text mit 376 Abbildungen, 2 Tafeln und 55 Tabellen, 4. umgearbeitete Auflage. Oldenbourg, München und Berlin 1923, Preis gebunden 15 M.—

Die vorliegende 4. Auflage dieses Buches ist in fast allen Teilen dem Stande der Freileitungstechnik zur Zeit der Herausgabe angepaßt und nimmt demnach eine Reihe von Erweiterungen gegenüber den früheren Bänden unter Einhaltung der gleichen übersichtlichen und bewährten Gliederung auf. Nach einem Abriß über die Leitermaterialien folgen ausführliche Abschnitte über die Berechnung der Spannung und des Durchhanges der Leiter, der Tragkonstruktionen und deren Standfestigkeit, sowie der Fundamente, die konstruktiven Einzelheiten für die Ausführung der Tragkonstruktionen, Isolatoren, Befestigungs- und Verbindungsteile, sodann die Ausführung der Erdungen der Post-, Bahn- und Straßenkreuzungen. Hieran schließt sich die Montage des Gestänges und der Leiter, praktische Angaben über die Absteckung- und Vermessungsarbeiten und kurze wirtschaftliche Vergleiche über Spannweite und Mastkonstruktionen. Ein ausführlicher Abschnitt ist dem Ortsnetzbau gewidmet, woran sich kurz eine Uebersicht von Einheitspreisen (Friedenspreisen) für Leitungsbauarten und die einschlägigen Vorschriften und Normen des V. D. E. schließt. Als wesentliche Erweiterung gegenüber der vorletzten Auflage sind die Stahl-Aluminiumseile und deren Verbindungsteile, die Kerbverbinder und das Mastlochsprengverfahren zu erwähnen. Bei fachmännischer Bearbeitung aller Einzelheiten bildet das Buch einen guten Führer für jeden mit der Projektierung und dem Bau von Leitungsanlagen Befaßten, wozu auch die sorgfältige Auswahl von Abbildungen beiträgt, unter welchen allerdings manche Ueberführungs-Konstruktionen alter Ausführung zugunsten mustergültiger einfacherer neuer Bauarten bei einer Neuauflage ausgetauscht werden dürften. Mißlich an dem guten Buche ist nur die verhältnismäßig große Anzahl von zum Teil recht irreführenden Druckfehlern und Unrichtigkeiten, bezüglich deren Aufzählung hier auf die Besprechung von Professor Edler in „Elektrotechnik und Maschinenbau" 1924, Heft 12, verwiesen werden darf. Nach Ausmerzung dieser Fehler kann das Buch in jeder Weise als mustergültig bezeichnet werden. Bei einer Neuauflage werden wohl auch die neuesten Hängeisolatorenformen, wie z. B. die Kugelkopfisolatoren, ausführlich Berücksichtigung finden. (W. 137). Rdl.

Digitized by Google

Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren GmbH., Heft 11. **„Das 1 000 000 Volt Versuchsfeld der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren** G. m. b. H. in der Porzellanfabrik Freiberg. Von Dipl. Ing. Naumann, Freiberg i. Sa.

Die vorliegende Fortsetzung der schon mehrfach besprochenen Veröffentlichungsreihe beschreibt das erste in Europa gebaute Hochspannungsprüffeld für Versuche mit technischem Wechselstrom von 1 000 000 Volt, welches vorzugsweise zur Prüfung und Weiterausbildung der Hochspannungsisolierungen sowie ebenso auch zur Erweiterung der wissenschaftlichen Erkenntnisse auf dem Gebiete der Höchstspannungstechnik und der darauf gründenden konstruktiven und praktischen Weiterbildung dieses Zweiges der Technik dient. Ohne auf die technischen Einzelheiten hier eingehen zu können, sei als Maßstab für die Bedeutung dieser Einrichtungen nur erwähnt, daß der Prüfraum allein eine Grundfläche von 22×22 m bei über 14 m Höhe einnimmt. Ausführlich werden die Anlagen zur Erzeugung und Regelung der Spannung, zur Hervorbringung von künstlichem Nebel, Regen und Wind geschildert. (W. 138). Rdl.

Schlomann - Oldenbourg, Illustrierte Technische Wörterbücher. Band 12. Wassertechnik, Lufttechnik, Kältetechnik, mit 2075 Abbildungen. Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

Sprachkenntnisse sind ein bezüglicher Begriff. Es kommt darauf an, zu welchem Zwecke sie erworben werden. Landläufig verbindet man damit meist die oberflächliche Anforderung, daß man sich in der betreffenden fremden Sprache soll verständlich machen können. Dieser Begriff ist einerseits sehr schwankend und unsicher, — man sagt ja, daß man sich im gewöhnlichen Leben schon mit hundert oder höchstens ein paar hundert Worten verständlich machen könne —, anderseits ist er in den meisten Fällen sehr fragwürdig, denn für einen im Inland Wohnenden hat es in der Regel wenig mehr Wert als den einer Spielerei, wenn er vielleicht im Eisenbahnzug mit einem Ausländer ein paar Redensarten tauschen kann. Für den Inländer, der nicht das Glück hat, vielleicht berufsmäßig mit fremdsprachigem Ausland in Berührung zu kommen, können Sprachkenntnisse vor allem den Zweck haben, auf irgendeinem Fachgebiete, vor allem einem technischen, in ausländisches Schrifttum einzudringen. Das ist nun, wie jeder Ausübende weiß, eine sehr dornenvolle, schwierige Aufgabe, die außer an die grammatikalischen Kenntnisse vor allem an den Wortschatz eine ungeheuere Anforderung stellt. Ein Schrifttum, in dem ich jedes andere Wort erst im Wörterbuch umständlich aufsuchen muß, ist mir in der Hetze des heutigen Lebens schlechterdings nicht zugänglich. Um in irgendein Schrifttum ausländischer Sprache ohne übermäßigen Zeit- und Arbeitsaufwand eindringen zu können, bedarf es eines Schatzes von mindestens einigen tausend Wörtern. Schreiber dieses hat es einmal in einer schweren fremden Sprache vorübergehend auf einen Wortschatz von über 10 000 Worten gebracht und dabei immer noch die Erfahrung gemacht, daß er nicht in allen Fällen des gewöhnlichen Schrifttums das Wörterbuch entbehren konnte. Ganz andere Aufgaben stellt aber gar noch das Lesen von Fachschriften. Hier versagen auch die üblichen Wörterbücher gründlich. Diese empfindliche Lücke zu schließen, haben auf den verschiedensten Gebieten der Technik die sechssprachigen „Illustrierten Technischen Wörterbücher" Schlomann-Oldenbourg unternommen. Diese Herausgabe bedeutet eine Kulturtat ersten Ranges, die es für den fast die ganze gebildete Menschheit umfassenden Kreis derer, die eine der Sprachen deutsch, englisch, französisch, russisch, italienisch und spanisch beherrschen, ermöglicht, in das technische Schrifttum der anderen fünf Sprachen einzudringen. Erschienen sind bis jetzt meines Wissens zwölf Bände, jeder zwischen 2000 und 15 000 Worte in jeder der bezeichneten sechs Sprachen enthaltend. Es ist also ein ganz ungeheurer Wortschatz, der, vielfach mit kleinen, technische Begriffe erläuternden Abbildungen durchsetzt, hier dem technischen Fachmann geboten wird. Den anscheinend letzterschienenen zwölften Band dieser Wörterbücher Wassertechnik — Lufttechnik — Kältetechnik, der in jeder der sechs Sprachen etwa 11 300 Worte enthält, in dieser Fachzeitschrift zu besprechen und zu empfehlen, ist der Zweck dieser Zeilen. Was die Wassertechnik betrifft, so sind hier die Ueberschriften Hydrostatik, Hydrodynamik, Hydraulik, Gewässerkunde, Wassermessungslehre, Wellen und Gezeiten, Schraube und Schiffsbewegung, Hebemaschinen für Flüssigkeiten, Wasserkraftanlagen und Wasserkraftmaschinen, Arbeitsübertragung durch Preßwasser oder Druckwasser, hydraulische Arbeitsübertragung, hydraulische Bewehrungen, besondere Apparate und Zubehör für Wasserrohrleitungen gewählt, um auf 614 Seiten, also nahezu die Hälfte des Buches beanspruchend (nicht gerechnet das alphabet. Verz.), dem Wasserkraftfachmann einen unschätzbaren Vorrat an fremdsprachigen Fachausdrücken zu erschließen. Daß selbst

BAULEITER

einer Wasserkraftanlage, Bauingenieur, gesetzten Alters, energisch und geschäftsgewandt, mit mehrjähr. Praxis im Tief-, Eisenbetonbau und Vermessung, Sprachkenntnisse, Referenzen, sucht baldmöglichst aussichtsreiche Stellung im In- oder Auslande.

Offerten erbeten unter **Nr. 784** *an Verlag „Die Wasserkraft", München, Herrnstr. 10*

Sofort ab Lager lieferbar

Rheinmetall Schmalspur-Lokomotiven

für Feldbahn- und Abraumzwecke

Generalvertretung für Bayern:

LEIPZIGER & Co., A.G.

MÜNCHEN Schwanthalerstr. 77 — NÜRNBERG Steinbühlerstr. 10/12

Fabrikation sämtlicher

Vermessungsinstrumente

Instrumente für das gesamte Bautach

GEORG BUTENSCHÖN

Werkstätten für wissenschaftliche Instrumente

BAHRENFELD bei Hamburg

Einrichtung von technischen Bureaus

Bei allen Anfragen bitten wir höfl. :: Bezug nehmen zu wollen auf „Die Wasserkraft"

Digitized by Google

auf dieser breiten Grundlage in der Ausübung sich noch einzelne Lücken ergeben, wird der begreifen, der von der ungeheuren Ausdehnung und Spezialisierung der technischen Fachgebiete heutzutage eine Ahnung hat. Von seltenen Ausnahmefällen abgesehen, über die jeder Einsichtige hinweggehen wird, befriedigt das Wörterbuch auch die weitgehendsten Ansprüche. Wer es weiß, was bei der Uebertragung einer fremdsprachigen technischen Abhandlung allein oft schon die Unkenntnis eines einzigen wichtigeren Fachausdruckes bedeuten kann und wie ein solcher Mangel fast eine Uebertragung ganzer Aufsätze in Frage stellen kann, der wird dem Verlag nicht genug dankbar sein können, daß er an diese ungeheure, fast übermenschlich erscheinende Aufgabe herangetreten ist. Ueber die Schlomannschen Wörterbücher im allgemeinen etwas zu sagen, bedeutet bei deren allgemeinen Verbreitung fast, Wasser in's Meer zu tragen. Die Wörterbücher, in handlichem Format, auf bestem Papier, sehr solid und praktisch gebunden, sind für jeden, der auf einem technischen Sondergebiet sich in fremder Sprache zu betätigen hat, ein unschätzbares, dauerndes Besitztum. Es handelt sich hier um ein offenbar von vornherein wohl überdachtes, in allen Einzelheiten bestens vorbereitetes Werk, an dem, abgesehen von der Selbstverständlichkeit, daß es kaum je möglich sein wird, den ganzen Wortschatz zu erschöpfen, auch nachträglich nichts auszusetzen erübrigt. Besonders wohltuend habe ich in langjähriger Benützung der Wörterbücher jederzeit auch die manchem vielleicht übertrieben erscheinende Vollständigkeit der alphabetischen Verzeichnisse empfunden. Nach dieser Richtung werden ja in technischen Werken so viele Unterlassungssünden begangen. Es wird so gerne übersehen, daß der in der Ausübung stehende Techniker heutzutage meist nur das voll besitzt, was er schnell greifen kann. Zu langem Suchen hat er meist keine Zeit. Es mag mancher gelehrte Verfasser eines noch gelehrteren Werkes sich über die mehr mechanische Herstellung eingehender alphabetischer Schlagwortverzeichnisse erhaben dünken. Er bedenkt nicht, daß vielfach erst dadurch, daß er sich dieser fade erscheinenden Aufgabe unterzieht, sein Werk der eigentlichen Ausübung zugänglich wird. Auch nach dieser Richtung scheinen mir die Wörterbücher allen menschlich vertretbaren Anforderungen zu genügen. Dr. Saller. (W. 174)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Haben Sie elektrische

Überschußenergie?

Brauchen Sie

Dampf?

so verlangen Sie unsere Druckschriften über

Elektro-Dampf-Kessel

für Hoch- und Niederspannung; System Penzold, D.R.P.

Langjährige Betriebserfahrung. — Beste Referenzen.

Industrielle Elektro-Beheizungen
Elektrische Zugheizungen
Klein-Apparate

Bayr. Widerstand A.G.
München NW. 7.

FRIED. KRUPP AKTIENGESELLSCHAFT · ESSEN

LUDIN A.-G.

Ingenieurbüro für Wasserkraft, Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung
Technische, wirtschaftliche und finanzielle Beratung, Gutachten, Entwürfe, Bauleitung
Arbeitsweise nach den Grundsätzen des Vereins beratender Ingenieure (VBI)
Karlsruhe i. B. Kreuzstraße 2 Beim Schloßplatz

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 18 **München, 15. September 1924** **19. Jahrgang**

Beitrag zur Druckstollenfrage

Von Ing. Franz Lepnik, Opponitz a. Ibbs.

Es ist eine verlockende Aufgabe, das wasserführende Eisenrohr, das den Innendruck allein aufzunehmen hat, zu ersetzen durch ein Rohr aus künstlichem (Beton) und natürlichem Stein, wobei das gewachsene Rohr einen erheblichen Teil der Kräfte verarbeitet, der bei Eignung des Gebirges so groß werden kann, daß der Betonring nur den Zweck einer glatten Verkleidung erfüllt; es ist ja ziemlich einfach, die Wandstärke des Rohres aus natürlichem Stein entsprechend groß zu wählen. Die Berechnung gelingt nach manchen Versuchen — da zeigen sich bei Ausführungen überraschende Widersprüche über die Mitwirkung des Gebirges gegenüber den Annahmen, die die ganze mühevolle Geistesarbeit als unzulänglich, wenn nicht gar als Irrtum erscheinen lassen. Um die Zukunft des Druckstollens als Mittel zur wirtschaftlichen Ausnützung von Hochdruckwasserkräften zu retten, tauchen Vorschläge in Menge auf, neue Theorien sollen mit besseren Grundlagen helfen. So ist auch die Abhandlung von Dr. Ing. E. v. Posch, „Die Spannungsverhältnisse in Druckstollen" in „Die Wasserkraft" Heft 6 u. 12, 1923 zu verstehen. Die darin enthaltenen Fehlschlüsse sind mit der eigenen Beweisführung aufzuzeigen. Sie sind, um ein dort gebrauchtes Wort zu verwenden „entstanden unter der suggestiven Wirkung des Suchens nach einer Widerlegung" der die Zukunft des Druckrohres im natürlichen Stein scheinbar gefährdenden Rechnungsergebnisse nach bisher geltenden Grundsätzen, die nach manchen schlimmen Erfahrungen ohnehin viel zu günstig scheinen.

Einige Gesichtspunkte bei der Beurteilung der Frage, die im Streit nur geringe Beachtung gefunden haben, lassen vielleicht den Mittelweg finden. Bis heute sind nur wenige Druck-Schächte ohne Blechauskleidung gebaut worden. Die im Schrifttum bekannt gewordenen Fehlschläge betreffen schwach geneigte Druck-Stollen mit reiner Betonauskleidung oder mit schlaffer Schraubenbewehrung für Druckhöhen bis höchstens 50 m Wassersäule. Für solche immerhin geringe Druckhöhen ergeben die Berechnungen auf Grund der federnden Mitwirkung des Gebirges auch bei sehr vorsichtiger Schätzung der Felszugfestigkeit genügende Rißsicherheit im Beton und Fels. Die Aufklärung des Widerspruches liegt nicht so sehr im Finden neuer Theorien über das Mitwirken des Gebirges aus den Festigkeitseigenschaften des aufbauenden Gesteins. Jenes hängt in erster Linie davon ab, daß das künstliche eingeschaltete Rohr, ob nun selbst tragend oder bloß als Bindeglied angesehen, bei der geringsten Ausdehnung unter dem Innendruck eine Stütze, ein Auflager im Widerstand des Gebirges gegen Lageverschiebungen findet. Dieser Widerstand ist für das angenommene einheitliche Gebirge, als gleichartige, mehr weniger unendliche, dehnbare Masse verhältnismäßig leicht anzugeben, er wird aber im gewachsenen Gebirge von Umständen beeinflußt, die ohne eingehende unmittelbare Untersuchungen schwer einzuschätzen sind: vom dichten Anschluß des künstlichen Rohres ans Gebirge, von der Auflockerung des Gesteingefüges durch die Sprengschläge beim Vortrieb, vom Gebirgsdruck, von dem erdgeschichtlichen Aufbau und späteren Störungen der festen Erdkruste.

Die nichtsatte Lagerung dürfte nicht so schwerwiegende ungünstige Folgen haben, wie die zahlreichen Patente, sie zu vermeiden, vermuten lassen; zumindest dann, wenn, wie bei steilen Druckschächten, die Hohlräume zwischen Beton und Fels über den Umfang verteilt sind. Das Verhältnis der Druckfestigkeit eines Gebirges zur Zugfestigkeit ist ein Vielfaches von der zu fordernden Sicherheit: ehe die Druckbeanspruchung der gewissermaßen abstützenden Säulen auch nur annähernd das zulässige Maß erreicht, ist die Zugfestigkeit an der Innenleibung überschritten. Bedenklicher liegt die Sache bei den wenig geneigten Druck-Stollen; die Hohlräume sind im Scheitel aus Ausführungsgründen überwiegend, wodurch dort größere Nachgiebigkeit unter dem Innendruck entsteht, trotz Zementhinterspritzung. Die einseitige Lagerung kann gefährliche Biegespannungen zur Folge haben.

Den Ausschlag gibt die Auflockerung des Gesteins beim Vortrieb des Stollens sowohl durch die Sprengschüsse, wie auch dadurch, daß das bisher gepreßte Gebirge gegen den nun geschaffenen Raum sich ausdehnen kann, wobei an Schichtflächen feine Haarklüfte sich bilden, die in der hiezu senkrechten Richtung unter dem Innendruck Nachgeben zur Folge haben, mehr als der Beton verträgt. Diese Nachgiebigkeiten in der Gesamtheit zu messen, sie als eine Art Bettungsziffer zu ermitteln, ist der Zweck der Versuche beim Bau des Kraftwerkes Amsteg in der Schweiz. Die Festigkeitseigenschaften des Stoffes allein täuschen. Klüftiger Dolomit wird sich ungünstiger verhalten als weicherer, aber dichter Kalk.

Zur richtigen Deutung und Verwertung auch an anderen Orten sind erdkundliche Untersuchungen über den Gebirgsaufbau, Faltung, Ueberschiebung, Verwerfung und andere Störungen der Erdkruste unerläßlich, die über die herrschenden Spannungen und Kräfte, die zur Auswirkung kommen, wenn das Gleichgewicht durch den Vortrieb gestört wird, zutreffende Schlüsse ziehen lassen.

Große Vorsicht ist hauptsächlich bei reinen Betonauskleidungen der Rohre geboten, eine wenn auch nur ganz dünne Blechauskleidung, die oft nur als Dichtung des auch ohne Risse wasserdurchlässigen Betons beabsichtigt war, ändert die Rißfrage ganz wesentlich, weil das Metall, gewöhnlich wohl Eisen, Dehnungen, wie sie hier im ungünstigen Fall eintreten, ohne Schädigung seines Zusammenhanges ausführt. Wenn das Gleichgewicht wieder gefunden ist, hat es nur die fallweise entstandenen Risse zu decken. Aehnlich günstig sind Auskleidungen mit Holz.[1])

Die für den Druck-Schacht gewonnenen Ergebnisse über das statische Verhalten des Gebirges bei Rohrinnendruck sind nicht ohne weiteres auf den Druck-Stollen zu übertragen. Jener schneidet die Schichten in den meisten Fällen mehr weniger senkrecht, — einheitlich massiges Gebirge ist doch wohl in der in Betracht kommenden Ausdehnung selten, — in der Ebene der Schichtung ist aber die Auflockerung sowohl durch die Sprengwirkung, wie auch durch die inneren Spannungen geringer, wozu noch die gleichmäßige Lagerung der Betonröhre ans Gebirge kommt.

Auffällig stellt sich dieser Vergleich bei dem Kraftwerke Herlandsfossen in Norwegen ein: an einen Druck-Schacht, unter etwa 45° gegen die Wagrechte geneigt, vom Wasser-

[1]) S. d. V. „Zur Druckstollenfrage", Zeitschrift „Beton und Eisen" Heft 1 u. 2 1923.

Digitized by Google

schloß weg, schließt ein fast gleich langer, annähernd wagrechter Druckstollen, der zum Krafthaus führt. Die Röhre ist in der ganzen Länge — 3200 m — ursprünglich ganz ohne Auskleidung. Bei der Füllung erhielt der Druckstollen bei dem Betriebsdruck — 137,5 m — auf eine Strecke Längsrisse, ein daraufhin eingebautes eisenbewehrtes Betonrohr erleidet dasselbe Schicksal, die Wasserverluste sind so groß, daß schließlich in der ganzen Länge des Stollens freiliegende Eisenrohre zur Wasserführung verlegt werden. Immer noch aber besteht der unausgekleidete Schrägschacht in dem gleichen Gestein (Hornblende), der in seinem unteren Ende doch unter dem gleichen Innendruck steht wie der frühere Stollen! Eine Bemerkung in dem bezüglichen Bericht kann teilweise Aufklärung bringen. Der Längsriß im unausgekleideten Stollen war einmal da, der zu erwartende Widerstand des Gebirges gegen das Ausdehnungsbestreben des Betonrohres wesentlich verringert. Dieses ist nun so bemessen worden, daß die Bewehrung allein imstande wäre, den vollen Betriebsdruck von 137,5 m Wassersäule, vermindert um das Gewicht der den Stollen überlagernden Felsmasse, bei einer Zuginanspruchnahme des Eisens mit 1000 kg/cm² aufzunehmen. Bei einer Bewehrungsziffer $\mu = \frac{\text{Eisenquerschnitt}}{\text{Betonquerschnitt}} = 0{,}02$ (bei den beträchtlichen Betonabmessungen des Ringes kaum erreicht) und $n = \frac{E_e}{E_b} = 10$ ist die verglichene Betonzugspannung im Ring

$$\sigma_{bz} = \sigma_e \frac{\mu}{1 + n\,\mu} = 16{,}5 \text{ kg/cm}^2,$$

knapp vor dem Bruch mit $n = 20$ vielleicht

$$\sigma_{bz} = 1000 \cdot \frac{0{,}02}{1 + 20.0{,}02} = 14{,}3 \text{ kg/cm}^2$$

also nahe an der Festigkeitsgrenze.

Das gesamte Gewicht der Felsüberlagerung kommt nun trotz des Längsrisses schwerlich als Entlastung zur Wirkung, anderseits ist das Gebirge durch die Ueberbeanspruchung nachgiebig geworden, die Spannung im Eisen wird infolgedessen größer als 1000 kg/cm² ausfallen — was die nach Entleerung sichtbar gebliebenen Risse im Beton mittelbar beweisen; wozu auch beigetragen hat, daß die Ringspannung an der Innenleibung größer ist als die verglichene Betonzugspannung. Risse waren also unvermeidlich, ohne dichtende Innenauskleidung konnte der Beton nicht wasserundurchlässig bleiben, wenn die Risse für die Standsicherheit des Rohres auch unbedenklich waren. Den Wert der unter dem hohen Druck von 20 at durchgeführten Hinterspritzung mit Zementmörtel zum Zwecke, die feinen Klüfte im anschließenden Gebirge zu dichten bezw. satten Anschluß ans Gebirge zu erzielen, kennzeichnet die verbliebene große Nachgiebigkeit zur Genüge, Gleiche Erfahrungen sind übrigens beim Druckstollen des Spullerseewerkes gemacht worden.

Der Fall selbst ist aber nicht als Beweis für die eine oder andre Theorie heranzuziehen, die mit einheitlichem Gebirge rechnet, das entweder spannungslos oder unter allseitigem, gleichmäßigem Druck stehend gedacht ist. Der Riß im Druckstollen Herlandsfossen hat seine Ursache im Zusammenwirken aller möglichen ungünstigen Zufälle, wie zu geringe Ueberlagerung, tektonische Störungen der Gebirgsmasse, worauf eine Talsenkung hindeutet, die über der Bruchstelle den Stollen kreuzt und hieraus folgend, größere Auflockerung durch die Sprengschläge, die im übrigen Stollen die ungünstige Wirkung nicht zeigten. Die Nachgiebigkeit ist noch vermehrt worden bei der ersten Füllung, so daß das Betonrohr nicht die erforderliche Stützung fand; eine ganz dünne Blechauskleidung oder eine solche mit Holz, auch nach dem Reißen des Betons eingebracht, hätte wahrscheinlich die Schäden vollständig behoben.

An solchen Zufällen, die in der Natur immer sich einstellen werden, scheitert die Genauigkeit einer rein rechnerischen Theorie; sie ist unentbehrlich zur Kennzeichnung des Wesentlichen, als Wegweiser für Untersuchungen, die die Schaffung der richtigen zahlenmäßigen Grundlagen zum Ziele haben. Es ist gleichgültig im wesentlichen, ob der Stollen als Loch in der unendlichen Masse angesehen wird oder als Rohr mit unendlich dicker Wand. Die Widersprüche, die Ing. Dr. E. v. Posch in seiner Abhandlung bei der Rohrtheorie „aufdeckt" sind die Folge einseitiger übereilter Schlüsse.

Zum Beispiel: Der Steinwürfel $1 \times 1 \times 1$, aus einem Ring herausgegriffen, hat nach der Verformung unter Innendruck die Seitenlänge 1 in Richtung der Stollenachse, $1 - \varepsilon - \frac{\varepsilon}{m}$ in Richtung des Halmessers, $1 + \varepsilon + \frac{\varepsilon}{m}$ in Richtung des Ringumfanges. Der Rauminhalt ist nicht mehr gleich 1, die Veränderung ist $-\left(\varepsilon + \frac{\varepsilon}{m}\right)^2$ also eine Raumverminderung, wie es zur Erklärung der Ringzugspannungen ohne Rechnung verlangt wird.

Oder: Die Gleichung für die Erweiterung der Lichtweite des Rohres $\triangle r_1 = \frac{p \cdot r_1}{E}\left(1 + \frac{1}{m}\right)$ gilt auch für $r_1 = \infty$; das ist eben eine Platte, gewichtslos gedacht, auf die senkrecht eine Kraft wirkt, die außerdem über die ganze Fläche verteilt ist. Da die nötige Gegenkraft fehlt, ist natürlich der Weg in Richtung der Kraft unendlich. Für den vom Mittelpunkt unendlich weit entfernten Rohrring ist aber nach der Gleichung $r_1 \cdot p_1 = r_2 p_2$ für $r_2 = \infty$, $p_2 = 0$!

Ferner: $\triangle r_1 = \frac{p\, r_1}{E}\left(1 + \frac{1}{m}\right)$ für $m = 2$, d. h. für vollkommen undehnbaren Stoff, sagen wir Wasser. Es wird als Fehler aufgezeigt, daß die Erweiterung des Rohrlichtraumes als Größtwert sich ergibt. Das trifft natürlich nicht zu, denn in diesem Fall ist $E = \infty$ und die Erweiterung $\triangle r_1 = 0$

Und zuletzt: Der zum Nachweis für Ringdruckspannungen bei Rohrinnendruck aufgestellte Ausdruck für die Querdehnung in Richtung des Umfanges $\frac{p}{E}\left(\frac{m+1}{m^2}\right)$ ist unrichtig, denn in Richtung der Stollenachse tritt keine Längenänderung auf, somit keine Spannung oder umgekehrt. Die Ungleichung $\triangle r_1 < \frac{p_1 r_1}{E} \cdot \frac{m+1}{m^2}$ kann nie bestehen, weil $m > 1$, es muß also auch die hieran schließende Entwicklung und Folgerung unrichtige Ergebnisse liefern. Druckspannungen in Richtung des Umfanges im innersten Ring können nur bei von innen nach außen stark veränderlichen Werten E und m auftreten, was gegen die Voraussetzung gleichartigen Stoffes ist. Nur unter sehr hohem Innendruck, nach Ueberwindung der Quetschgrenze einer weicheren Auskleidung, würden sich die vorher unweigerlich auftretenden Risse — Beton vorausgesetzt — schließen. Einen solchen Zustand in mit Wasser gefülltem Stollen herbeizuführen, dürfte, abgesehen von dem erforderlichen Innendruck, nie gelingen, weil bei der Bildung der Risse das Wasser in diese eindringen wird und infolge seiner fast vollkommenen Unzusammendrückbarkeit nicht mehr zurückgedrängt werden kann, sondern die weitere Querdehnung der tragenden Stäbe verhindert und die Risse erweitert. Sehr große Unterschiede in den Festigkeitswerten E und m bei Fels und Auskleidung dürften nicht vorkommen, daher der Grenzzustand — weiche, dehnbare Auskleidung (Teer, Asphalt) in hartem Gebirge — als Ausnahme ausscheidet. Die Dehnmaße E allein sagen nicht alles und die Querdehnung, welche den Ausschlag gäbe, ist bei allen Steinen, also auch Beton, so gering, daß Druckspannungen längs des Umfanges des innersten Ringes weder bei unverkleideten noch mit Beton allein ausgekleideten Stollen auftreten können. Sicher nimmt die Dehnbarkeit mit allseitigem Druck zu, die in Frage kommenden Pressungen dürften die Verhältnisse nur unwesentlich verschieben.

Die Ringdruckspannungen bei Innendruck gelangen übrigens in Widerspruch mit dem Gesetz von Kraft und Gegenkraft (Abb. 1). Die Mittelkraft aus den Umfangspannungen benachbarter Ringstücke wirkt im gleichen Sinne wie der Innendruck, der somit nach außen zunimmt; — wann und warum sollte die Umkehrung in entgegenwirkende Zugspannungen erfolgen?

Digitized by Google

Zusammenfassung: Druckstollen ohne Auskleidung sind nur im besten dichten, massig einheitlichen Gebirge mit Erfolg zu bauen. Die Unterschiede in den nach der oder jener Theorie ermittelten Spannungen infolge des Innendruckes sind bei der zu fordernden Sicherheit belanglos. Selten werden so günstige Verhältnisse herrschen. Im allgemeinen können die Aussichten für den Druckstollen mit reiner Betonauskleidung nur durch Beachtung der tektonischen Verhältnisse, wie durch geeignete Arbeitsvorgänge beim Vortrieb günstig gestaltet werden: wie wenig brisante Sprengmittel, geringe Bohrlochtiefen und mehr Nacharbeit von Hand aus, um wohl noch standfeste, von der Hauptmasse des Gebirges aber durch feine Klüfte teilweise abgelöste Trümmer zu entfernen. Die hiefür sich ergebenden Mehrkosten gegenüber dem üblichen möglichst raschen Vortrieb dürften denen für eine dichtende Innenhaut — Blech, Holz, Teer — unter Umständen die Wage halten. Rundeisenbewehrung allein erhöht die Wasserundurchlässigkeit des Betonringes im stärker nachgiebigen Gebirge nicht wesentlich.

Die Auflockerung des Gebirges im Umkreis des Stollens ist sicher auch mit eine Ursache der Erscheinung der Bergschläge, d. h. des Losbrechens der Ulmen bei großer Ueberlagerung. Infolge des gelockerten Gefüges verhalten sich die Ulmen nicht mehr wie einheitliche Wände, sondern wie gemauerte Pfeiler, besonders bei wagrechter Schichtung, die unter der von der Firste übertragenen Last ausknicken (Abb. 2). (W. 30)

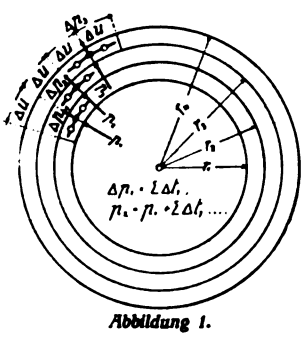


Abbildung 1.
Verlauf der Ringspannungen infolge von Rohrinnendruck

Abbildung 2.
Das Gewicht der Überlagerung über der Öffnung belastet die Ulmen

Betrachtungen über „Die mittlere Geschwindigkeit" in einem Flußquerschnitt.

Von Bauamtmann van Rinsum, Regensburg.

Allen Betrachtungen über hydrotechnische Vorgänge pflegt man die Gleichung:

$$v_m = \frac{Q}{F} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

voranzustellen, wo vm die mittlere Abflußgeschwindigkeit des Querschnittes bedeutet, ein seiner Entstehung nach rein mathematischer Begriff. Ueber die Unzulänglichkeit dieser Gleichung in wissenschaftlicher Hinsicht war man sich von jeher im Klaren gewesen. Jedoch glaubte man sie wegen der praktischen Notwendigkeit nicht entbehren zu können, wenn es sich darum handelte, „die Abflußmenge in einem gedachten Falle unter Annahme einer bestimmten Form und Größe des Querschnittes, einer bestimmten Beschaffenheit des Flußbettes oder der Gerinnewandungen und eines bestimmten Gefälles anzugeben"[1]). Zur näheren Ausdeutung dieser Größe sind denn auch eine große Anzahl von Geschwindigkeitsformeln aufgestellt worden; sie verdanken ihre Entstehung dem Versuche, das aus der Wassermessung errechnete v_m mit einer Funktion in Beziehung zu setzen, in der die den Abflußvorgang bestimmenden Größen vertreten sein sollen. Welche Größen hierbei von maßgebender Bedeutung und mit welchen Exponenten sie einzuführen seien, darüber bestehen allerdings noch keine einheitlichen Anschauungen.

Bei den Untersuchungen über die gleichförmige Bewegung in Rohren von kreisförmigem Querschnitt führten diese Versuche zum praktischen Erfolg. Denn man erkannte, daß der Aufbau der Geschwindigkeit für alle Schnittrichtungen in radialer Richtung bis zum Mittelpunkt annähernd gleichen Gesetzen folge. Dies führte von selbst zur Mittelwertbildung für die Geschwindigkeit, zu dem Begriff des Profilradius r und zu einem einfachen Ansatz für die dem Wasserabfluß entgegenwirkenden Widerstände.

Die Uebertragung der hierdurch zum Ausdruck gebrachten Gedankengänge auf offene und hier wieder auf natürliche Wasserläufe sollte aber Bedenken begegnen. In den allermeisten Fällen hat man es hier nicht mit der regelmäßigen Querschnittsform zu tun, wie bei den Rohren, die eine gleichartige Behandlung etwa bei lotrechter Schnittrichtung (welche sollte auch sonst in Betracht kommen?) und eine Mittelbildung ohne weiteres zuließe. Lediglich die rechteckigen Querschnitte von größerer Breite, bei denen die Einflüsse der beiderseitigen Uferbegrenzung nicht ins Gewicht fallen, möchte ich als gleichwertig betrachten. In diesem Falle ist es auch klar, daß an Stelle des Profilradius die mittlere Tiefe treten kann.

In allen anderen Fällen aber ist ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Profilradius (mittlere Tiefe) und dem Ansatz über die Wirkungsweise der auftretenden Widerstände mit der mittleren Geschwindigkeit des Querschnittes bis jetzt noch nicht als berechtigt nachgewiesen worden. Auch die Erfolglosigkeit, den Bau einer allgemeinen Formel für v_m in offenen Wasserläufen auf diesem Wege wissenschaftlich zu ergründen, sollte zu denken geben.

Die meisten dahinzielenden Bemühungen setzen einfach diesen inneren Zusammenhang ohne Weiteres voraus. Lediglich über die Höhe der Exponenten von $t_m\,(r)$ herrschen noch verschiedene Anschauungen: die einen nehmen ½ an (Chezy), andere 0,70 (Beyerhaus), wieder andere $\frac{0{,}5+n}{1-n}$ (Krey). (Von der Siedeck'schen Formel sehe ich als von einer Sondererscheinung in diesem Zusammenhang ab.) Daß das Gefälle in der Formel Aufnahme zu finden habe, darüber waren die Meinungen niemals geteilt; nur glaubte man auch hier den Exponenten in verschiedener Höhe begründen zu können (Chezy u. a., Beyerhaus). Als dritte Größe tritt in den Formeln dann noch ein Beiwert auf. In diesem Beiwert mußten nun alle die Erscheinungen untergebracht werden, für die man im Einzelnen keine Erklärung und formelmäßige Deutung fand.

Jedoch auch dieser Formelaufbau:

$$v_m = k \cdot r^x \cdot \varphi^y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

vermochte immer noch nicht restlos zu befriedigen. Einzelne Forscher haben daher die ihnen zur Verfügung stehenden Messungsergebnisse derart ausgewählt, daß sie bestimmten Voraussetzungen, die als Grundlage für die Zulässigkeit der Aufstellung einer allgemeinen Formel erachtet wurden, genügen mußten. Matakiewicz hat z. B. nur solche Messungen verwertet, bei denen die mittlere Geschwindigkeit mit zunehmender Tiefe und zunehmendem Gefälle wechselt. Eisner spaltet aus dem Beiwert, den Krey angibt, einen Teil ab, der „lediglich ein Formfaktor und für ähnliche Profile auch bei verschiedenem Wand-

[1]) Handb. d. Ing. Wiss. III. Teil, 1. Bd. 3. Kap. 5. Aufl. S. 639.

Digitized by Google

material ein konstanter Zahlwert sei"[2]). Im Unterbewußtsein dieser Forscher mochte bereits die Empfindung schlummern, daß die mittlere Geschwindigkeit für den einzelnen Fall noch etwas genauer als durch die drei Größen beschrieben werden müßte. Diese Anschauung ist auch sonst in der Literatur, jedoch nur ganz allgemein, gestreift worden.

Woran aber letzten Endes alle diese Untersuchungen kranken, dazu ist merkwürdiger Weise, wenn überhaupt, so doch mit viel zu geringem Nachdruck in kritischer Weise Stellung genommen worden.

Ich möchte dies an einem Vergleich klarlegen.

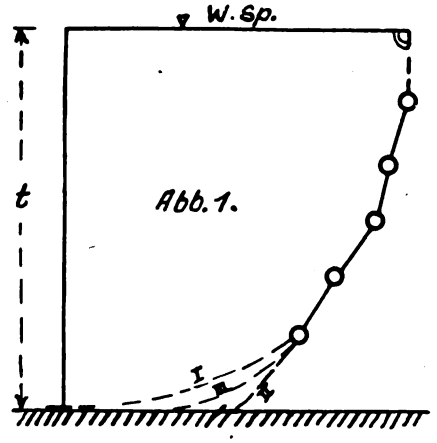
Bei großen Straßenbauten ist es als ein Haupterfordernis zu erachten, die Massenbewegung möglichst gering zu halten und einen Massenausgleich herbeizuführen. Dieses Endergebnis, das mit wenigen Zahlenwerten ausgedrückt werden kann, erfordert, wenn es auf Verlässigkeit Anspruch erheben will, ausgedehnte Vorarbeiten: Flächenermittlung der Querschnitte, Massenermittlung, Massenverteilung. Alle diese Rechnungen sind gewöhnlich mehrfach durchzuprobieren, ehe die günstigste Lösung gefunden ist. Es ist meines Wissens noch niemand eingefallen, aus dem Vergleich der Ergebnisse einer großen Anzahl von Straßenbauten eine allgemein gültige Formel aufzustellen, die es gestattet, etwa aus dem Längenschnitt der gewählten Linie und verschiedenen Kennwerten die gesamte Massenbewegung und die Möglichkeit des Ausgleiches mit einiger Verlässigkeit im voraus zu ermitteln. Denn es müßten hierbei mancherlei örtliche Nebenumstände in der Formel berücksichtigt werden, die den Bau der Formel und ihren Gebrauch überaus umständlich machten und letzten Endes doch keinen greifbaren Erfolg gewährleisteten (Wechsel im Böschungsverhältnis, Vorhandensein oder Fehlen der Gräben, Füllgruben, Einschnittserweiterungen usw.).

Aus dieser Erkenntnis heraus hat man darum auch an anderen, den Aufnahmeunterlagen nähergelegenen Punkten angesetzt und hier allgemein gültige Zusammenhänge festgehalten. (Flächenmaßstäbe, Massenprofil usw.) Wenn man mit Hilfe dieser Zusammenhänge noch weitergehende allgemeine Beziehungen für das Endergebnis herauszuschälen vermag, so mögen sie in einfach gelagerten Fällen zutreffend sein; in der Verallgemeinerung sind sie nur als Schätzungen zu verwenden.

Was man bei einer gründlichen Bearbeitung im Straßenbau als selbstverständlich voraussetzt, wird bei den Aufgaben aus dem Wasserbau, wie ich sie hier meine, völlig mißachtet. Nachdem die bisherigen Bemühungen zur Aufstellung einer allgemeinen Geschwindigkeitsformel für offene Wasserläufe zu keinem restlos befriedigenden Ergebnis hatten führen können, sollte meines Erachtens mit den Untersuchungen eben an anderer Stelle, als gerade bei v_m angehoben werden. Man bedenke doch, daß das gemessene v_m nicht die Messung selbst, sondern, als Mittelwert, erst das Endergebnis einer Rechnung darstellt und daß die Formeln für v_m Funktionen von Größen sind, die auch wieder nur Mittelwerte sind (mittlere Tiefe) oder als solche aufgefaßt werden müssen (Geschwindigkeitsbeiwerte usw.). Abgesehen von den Fehlerquellen, die durch die vorangehenden Rechenoperationen in den Endwert hineingetragen werden, ist dieses Vorgehen doch nur dazu angetan, die vermuteten Gesetzmäßigkeiten zu verhüllen. Auch widerspricht es unserem wissenschaftlichen Aufbau, wenn nicht die Messungen selbst, sondern erst Weiterbildungen aus ihnen dem Vergleich unterworfen werden.

Am einwandfreiesten wäre es daher, wenn jede einzelne im Querschnitt gemessene Geschwindigkeit theoretisch gefaßt und zur Formelbildung verwertet werden könnte. Dies setzt aber voraus, daß in erster Linie für die Geschwindigkeitskurve in der Lotrechten ein zutreffendes Bild gewonnen worden ist. Um diese Frage haben sich bereits zahlreiche Forscher bemüht. Sie sind aber noch zu keinem abschließenden Endergebnis gelangt[3]).

Ich glaube aber, daß man auch ohne Kenntnis über den wahren Aufbau dieser Kurve zunächst auf empirischem Wege zu den gewünschten Ergebnissen kommen kann. Hierbei erinnere ich nur daran, daß die Kurve der mittleren Geschwindigkeiten innerhalb eines Querschnittes in der Hauptsache mit dem Querschnittsumriß gleichändrig ist. Sie ist also in weit höherem Maße geeignet, Aufschluß über die Abflußverhältnisse zu geben, als es durch v_m in Verbindung mit der mittleren Tiefe und irgendwie begründeten Beiwerten der Fall ist. Auch ist v_m der einzelnen Lotrechten eine Funktion der zugehörigen Punktreihe, hängt also mit den gemessenen Punkten unmittelbar zusammen. Wenn von dieser Kurve ausgegangen wird, so muß zunächst noch in Kauf genommen werden, daß die mittlere Geschwindigkeit in einer Lotrechten noch nicht genau bestimmt werden kann. Die Größe dieses Mittelwerts wird vorläufig davon abhängen, wie die Kurve, je nach der subjektiven Auffassung des Einzelnen, nach der Sohle und zur Oberfläche hin verlängert wird (Abb. 1), etwa nach Art der log. Linie (I), also mit sehr scharfer Krümmung zur Sohle hin, oder durch Verlängerung der Punktreihe bis zur Sohle in Fortsetzung der Krümmung des oberen Teiles (II). Ich möchte hier auf Grund meiner Untersuchungen einen mittleren Weg einschlagen und die Kurve mit zunehmender Krümmung an die Sohle anschließen lassen (III). Die Oberflächengeschwindigkeit wird, wenn örtliche Einwirkungen (Wind usw.) fehlen, am zuverlässigsten mit der des obersten gemessenen Punktes als gleich angenommen. Denn es ist noch nicht genügend geklärt, auf welche Ursachen eine Einbiegung oder Ausbiegung des obersten Teiles der gemessenen Punktreihen, wie sie häufig beobachtet wird, zurückzuführen ist, und wie demgemäß die Kurve tatsächlich richtig zu verlängern wäre. Sind genügend Aufnahmepunkte in einer Lotrechten vorhanden, so dürften jedoch die genannten Unsicherheiten nicht allzusehr ins Gewicht fallen. Im Uebrigen wird durch dieses Vorgehen einer genaueren Lösung nicht vorgegriffen. Die mittlere Geschwindigkeit in den einzelnen Lotrechten ergibt sich schließlich aus der Planimetrierung der Geschwindigkeitsfläche und Division durch die Gesamttiefe t.



Trägt man nun die gefundenen v_m der einzelnen Lotrechten in Abhängigkeit von der zugehörigen Tiefe t für einzelne Wassermessungen auf, so erkennt man (Abb. 2), daß zu gleichen Tiefen verschiedene (hier zwei) Werte von v_m gehören können. Die Beschäftigung mit weiteren zuverlässigen Wassermessungen führt von selbst dazu, den Grund für diese Erscheinung in der verschiedenen Beschaffenheit der Sohle innerhalb eines und desselben Querschnittes zu suchen. Zusammengehörige Punkte liegen dabei annähernd auf einer quadratischen Parabel, soweit sie nicht unter dem Einfluß der Ufer stehen oder der Einfluß von Flußkrümmungen und dgl. anzunehmen ist. Oder dieses Ergebnis mit anderen Worten ausgedrückt: v_m und $\sqrt{t}$ stehen in linearer Beziehung zueinander. Mit

[2]) Zentralblatt der Bauverw. Jahrg. 1922 S. 378.
[3]) Jasmund im Handb. d. Ing. Wiss. III. Teil, 1. Band 5. Aufl. 1923.

Digitized by Google

unseren Anschauungen über die Geschwindigkeit und die zugehörige Druckhöhe steht dies durchaus in Einklang (vgl. $v = \sqrt{2gh}$). Mit der gleichen Berechtigung kann man auch das Gefälle mit der Potenz ½ einführen, womit die verschiedenen Wassermessungen auf gleiche Basis gebracht wären.

Hieraus ergibt sich eine sehr einfache Regel für die Untersuchung von Wassermessungen: man dividiert die in jeder Lotrechten herrschende mittlere Geschwindigkeit durch die Wurzel aus der Tiefe und dem Gefälle und erhält auf diese Weise eine Kurve:

$$K = \frac{v_m}{\sqrt{t \cdot \varphi}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

die uns ein Maß für die im Querschnitt auftretenden Widerstände gibt (Abb. 3). Der Mittelwert aus dieser Kurve ist diejenige Größe, die man bisher in den meisten Fällen den vergleichenden Untersuchungen zugrundegelegt hatte und durch irgend eine Funktion darzustellen versuchte. Selbstverständlich können die Untersuchungen auch darauf ausgedehnt werden, ob nicht der Exponent der Funktion noch etwas genauer als durch ½ festzulegen wäre.

Die Gesetze der K-Kurve zu untersuchen, wird letzten Endes die Hauptaufgabe sein, wobei die Kenntnis der Sohlenbeschaffenheit auf die ganze Breite des Flußbettes von besonderer Wichtigkeit sein wird. Stellt man K als eine Summe von zwei Anteilen dar, so ist der eine davon für alle Lotrechten nach meinen Untersuchungen festwertig und zu rd. + 23 anzunehmen, wenn man die Gleichung 3 zugrundelegt. Die Formel zur Ermittlung der mittleren Geschwindigkeit eines Querschnittes wäre nunmehr durch ein Verfahren zu ersetzen, das die Kurve der mittleren Geschwindigkeiten in den Lotrechten zu zeichnen lehrt. Es wird nun auch deutlich, daß erst aus dem allgemeinen Vergleich einer größeren Anzahl solcher Kurven sich ermessen läßt, ob und in welchen besonders gelagerten Fällen Mittelwerte für den Beiwert K und für t treten können.

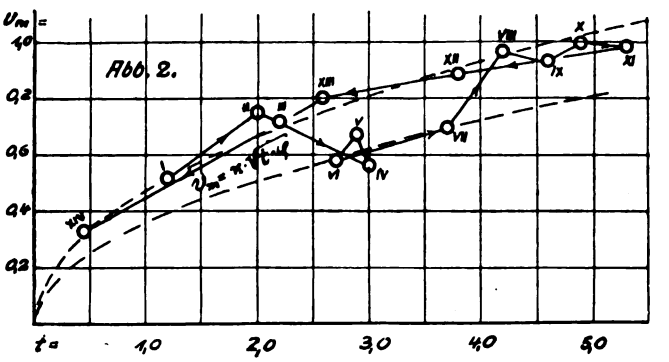
Der Vorschlag dürfte nicht nur von wissenschaftlichem Standpunkt einwandfreier sein, als das bisher geübte Verfahren, er wird in seiner Auswirkung auch den Bedürfnissen der Praxis gerecht. Denn die vorherige Konstruktion der v_m = Kurve wird kaum eine Erschwernis in der Bearbeitung darstellen, wenn es sich auf diesem Wege ermöglichen läßt, aus den gegebenen Unterlagen wirklich zuverlässige Ergebnisse zu ermitteln. Und soll die Gleichung

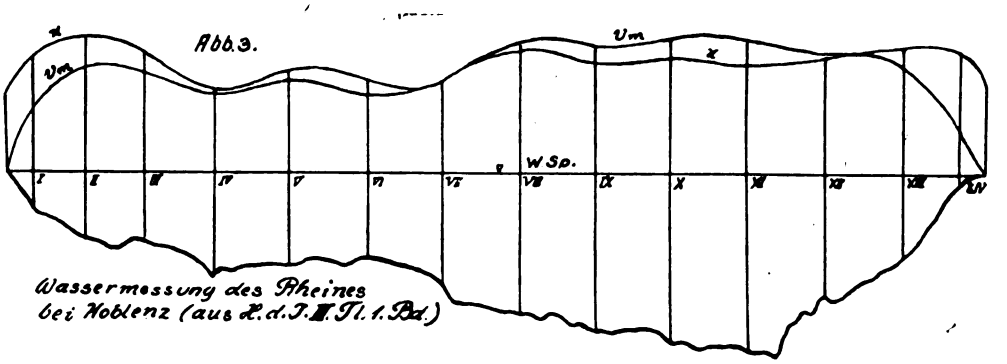
$$v_m = \frac{Q}{F}$$

unmittelbar etwa bei Staukurven Verwendung finden, so müssen auch zuvor die in betracht kommenden Querschnitte und die daraus entwickelten Beiwerte, da sie doch ein zusammengehöriges Ganze bilden, vergleichenden Untersuchungen unterzogen werden, die ein Zurückgehen auf die Messungsunterlagen notwendig machen.

Ich halte also dafür, daß man bei offenen Wasserläufen der Größe v_m, der „mittleren Geschwindigkeit eines Querschnittes", bisher eine allzu überragende Bedeutung beigemessen hat, die in dieser ausschließlichen Verwendung in wissenschaftlicher Hinsicht nicht haltbar, vom Standpunkt der Praxis nicht berechtigt war, und daß daher zur Förderung der Probleme der vorstehend gezeichnete Weg Aussicht auf Erfolg haben muß.

Ich stehe noch am Anfang meiner Untersuchungen, die ich zur weiteren Klärung der aufgeworfenen Fragen anstellen will. Wenn ich trotzdem bereits jetzt mit ihnen an die Oeffentlichkeit trete, so tue ich dies aus dem Beweggrund heraus, daß ich sie auch ohne nähere Beweisführung und trotz der praktischen Bedenken, die man zunächst äußern möchte (vgl. das eingangs angeführte Zitat), einer Weiterentwicklung für durchaus wert erachte, — über die theoretische Seite habe ich eine gesonderte Arbeit in Vorbereitung —, und daß ich Veranlassung geben möchte, ähnlich gerichtete Bestrebungen bekannt zu machen. (W. 64)





Zusammenstellung zu Abb. 3.

Lotr.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	
Tiefe . .	1,20	2,00	2,20	3,00	2,90	2,70	3,70	4,20	4,60	4,90	5,30	3,80	2,60	0,45	$\varphi = 0{,}113‰$ (Mittel aus 100m aufwärts u. 5cm abwärts der Meßstelle).
v_m = . .	0,51	0,75	0,73	0,55	0,67	0,59	0,69	0,96	0,93	1,00	0,98	0,88	0,80	0,33	
$\frac{v_m}{\sqrt{t \cdot \varphi}}$ =	43,5	50,1	45,7	30,1	36,8	33,6	33,7	44,1	40,7	42,2	40,0	42,6	46,3	45,6	

Digitized by Google

Gutachten über den Einsturz der Glenotalsperre am 1. Dezember 1923.

In den „Annali dei Lavori pubblici" des italienischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten vom Mai 1924 findet sich das Gutachten der gerichtlichen Sachverständigen, Ingenieurprofessoren Gaetano Ganassini und Arturo Danusso von Mailand, über die Ursachen, die den Einsturz der Glenotalsperre im Scalvetal am 1. Dezember 1923 herbeigeführt haben, abgedruckt. Die umfangreiche Arbeit behandelt den Gegenstand auf 31 Textseiten, 8 zwei- bis vierseitigen Tafeln, einer farbigen geologischen Karte und 7 Lichtbildern. Bei dem nunmehr schon sehr angewachsenen Schrifttum über das aufsehenerregende Unglück bringt das Gutachten naheliegenderweise sehr vieles, was wir bei unseren Lesern längst als bekannt voraussetzen dürfen[1]). Wir werden über das alles hinweggehen, wiewohl es von Wert sein könnte, auch über diese Punkte die berufenen gerichtlichen Sachverständigen zu hören, denen nicht nur Einsicht in das ganze amtlich vorgelegte Projekt gegeben wurde, sondern die auch den Verhören anwohnen und an die Beklagten sowohl wie an die Zeugen Fragen stellen konnten und denen auch alle Hilfsmittel für Entnahme und Untersuchung von Proben zur Verfügung gestellt wurden.

Die den Sachverständigen gestellte Aufgabe lautete: „Nach Anstellung aller als notwendig erachteten Erhebungen und Nachforschungen, die vom technischen und baulichen Standpunkt erforderlich sind, sowie nach Kenntnisnahme von allen Zeugenaussagen, welche auf die für Planung und Bau der Staumauer angewendeten Grundlagen Licht werfen können, sollen sich die Sachverständigen darüber aussprechen, was als die ursprüngliche und unmittelbare Ursache des Unglückes angesehen werden kann."

Dieser Aufgabe wurde dann noch eine Ergänzungsfrage geologischer Natur angefügt:

„Die Sachverständigen wollen sich auch darüber versichern, welche Folgen aus der Tatsache abzuleiten sind, daß das künstliche Staubecken an einer Stelle angelegt wurde, die seit Jahrhunderten als Abfluß des Glenogletscherwassers dient und von der daher anzunehmen ist, daß der Untergrund geringe Beständigkeit besitzt, ohne zuerst über die geologische Beschaffenheit des Geländes sich Sicherheit zu verschaffen und auch ohne sich vorher vergewissert zu haben, ob dieser Untergrund und Felsen die für die Wasserhaltung nötigen Eigenschaften verbürgt."

Diese letztere Frage, die darauf schließen ließe, daß auch in der geologischen Voruntersuchung der Baustelle Unterlassungen vorgekommen wären, wurde von einem beigezogenen weiteren Gutachter, Direktor der Bergschule des Polytechnikums Turin, Augusto Stella, in einer dem Gutachten beigefügten Anlage bündig dahin beantwortet, daß Ursachen geologischer Art für das Glenounglück nicht beigezogen werden können, weder nach Wahl des Ortes des Staubeckens noch auch insbesondere nach Wahl der Stelle für den Einbau der Staumauer.

Ebenso wurde auch eine weitere Ergänzungsfrage, ob etwa seismische Erscheinungen bei dem Unglück mitgespielt haben können, von Direktor Stella glatt verneint.

Wir werden uns daher eingehender nur mit dem von den Sachverständigen abgegebenen Hauptgutachten zu befassen haben.

Die Vorgeschichte des Entstehens der Staumauer, die zuerst als Schwergewichtsmauer begonnen wurde und erst später auf die Form einer in eine Gewölbereihe aufgelösten Staumauer übergeleitet wurde, ist ebenso bekannt wie die technischen Eigenschaften und Ausmaße der im Sommer 1923 fertig gestellten Anlage. Die statische Berechnung des dem Genio Civile vorgelegten Projektes bediente sich des Verfahrens von Prof. Camillo Guidi. Für die Wärmeänderungen sind vier verschiedene Fälle in Betracht gezogen, ausgehend von einer Temperatur bei der Erbauung von 12°, einer geringsten Wintertemperatur von −10° für die Luft und +4° für das Wasser und einer höchsten Sommertemperatur von 30° für die Luft und 10° für das Wasser. Die Berechnung ist für vollen hydrostatischen Druck und für leeres Becken durchgeführt. Die vorkommende höchste Spannung im Beton beträgt 38,2 kg/cm² und im Eisen 15,6 kg/mm². Die Mauerung sollte in Steinen und Zement ausgeführt werden, auf den cbm Gewölbebeton sollten 250 kg Zement, auf die Pfeiler 200 kg unter Beigabe von Steinen, auf den bewehrten Beton der Pfeilergesimse 250 kg Zement auf den cbm treffen.

Die Zeugenaussagen, inwieweit in der Bauausführung von Planausmaßen abgewichen wurde, scheinen wesentliches nicht ergeben zu haben, um so bedenklicher aber gestalteten sich die Zeugenaussagen über die Wasserverluste der Staumauer vor der Katastrophe, über die angewendeten Mörtel- und Betonmischungen und die Herstellung des Mauerwerkes, wie auch namentlich über die Vorbereitung des Baugrundes.

Die Staumauer zeigte, und zwar immer mehr anwachsend, auf ihre ganze Länge sowohl im Mauerwerk selbst als an der Auflage der Mauer auf dem gewachsenen Felsen Wasserverluste in Form von Wasserstrahlen, die mit Gewalt hervorgurgelten. Diese Wasserstrahlen erreichten Armdicke und warfen ihr Wasser bis auf 10 m Entfernung. Man hat die Wasserverluste einmal zusammengefaßt und an einem Holzwehr gemessen zu 105 l in der Sekunde. Ein Zeuge sagte aus, daß die Verluste der Staumauer genügten, um eine Generatoreneinheit der Zentrale in einem Grade und Maße der Oeffnung in Gang zu erhalten, daß etwa 500 kw erzeugt würden. Es ergibt dies 140 l in der Sekunde.

Die Herstellung des Mauerklotzes unterhalb der aufgelösten Staumauer war in Zement gedacht, die Zeugenaussagen bewiesen aber, daß großenteils auch in der Nähe anstehender Kalk, der dazu schlecht war und nicht abband, verwendet wurde. Ein Unterakkordant sagte aus, daß er 16 000 cbm, davon 6000 in Zementbeton und 10 000 in Kalkmauerwerk, ausgeführt habe. Das Mauerwerk war schlecht, die Schichten vielfach trocken. Die nachträgliche Untersuchung des Kalkes ergab geringe Abbindefähigkeit; dazu wurde er schlecht verarbeitet und gelöscht. Die Mischungen wurden nach dem Augenmaß (!) gemacht und die vorgeschriebenen Mengen an Bindemitteln nicht eingehalten. Der Beton kam vorwiegend in die Außenwände, in's Innere kamen die Steine, und zwar teilweise als Steinersatz in Form von Brocken durcheinander mit Beton vergossen. Es fehlte an Ueberwachung und es wurde nachlässig gearbeitet, der Sand war humus- und tonhaltig und wurde höchst oberflächlich gewaschen durch Ueberschütten mit Eimern Wasser im Wagen. Sand und Kies wurden in natürlicher Beschaffenheit und Mischung dem See entnommen und, als sie so nicht mehr erreichbar waren, wurde die Sandlieferung auf ein Mindestmaß, vorwiegend auf die Gewölbe, beschränkt. Die Mischung des Betons erfolgte ausschließlich von Hand; mechanische Mischvorrichtungen waren am Bauplatz nicht vorhanden (!).

Eine Verzahnung oder Abtreppung des Felsenbaugrundes fand nicht (!) statt; der Fels wurde freigelegt und mittels Pumpe gereinigt. Durch Sprengungen wurden einzelne Löcher von 30 bis 50 cm Tiefe und etwa 1 m Durchmesser angelegt. Einige Zeugen berichten, daß sie Maue-

[1]) Vgl. „Die Wasserkraft" Heft 4, S. 48, „Der Bruch der Gleno-Staumauer in Oberitalien", Schweiz. Wasserwirtschaft 1923, H. 15, S. 343
„Die Wasserkraft" H. 5, S. 68, „Der Talsperrenbruch im Val Gleno", von Dr. Ing. Stucky, Schweiz. Bauztg. 1924, H. 6, S. 63 u. H. 7, S. 74
„Die Wasserkraft" H. 8, S. 111, „Die Zerstörung der Gleno-Talsperre in Oberitalien". Von Prof. Rothmund, Der Bauingenieur 1924, H. 3, S. 59.
„Die Wasserkraft" H. 11, S. 193, „Bemerkungen zum Bruch der Gleno-Talsperre". Von Mattern, Zentralblatt der Bauverwaltung 1924, H. 21, S. 171.
„Die Wasserkraft" H. 13, S. 230, „Einsturz der Gleno-Talsperre". Von Dipl.-Ing. Kelen, Beton und Eisen 1924, H. 11, S. 133.

[2]) Siehe das instruktive Bild in Schweiz. Bauzeitung Bd. 83 (1924) Tafel 12, Abb. 1°.

Digitized by Google

rung auf völlig geneigten Felsflächen mitangesehen hätten.[2]) An gewissen Stellen ruhte die Mauer unmittelbar auf Ton und Sand. Es blieben im Baugrund Gräben voll Humus und Schlamm zurück, in die einfach Säcke mit reinem Zement geworfen wurden. Eine richtige Vorbereitung des Baugrundes ist nicht nachweisbar.

Der Zusammensturz der Sperre läßt sich nach Zeugenaussage in fünf aufeinanderfolgende Einzel-Vorgänge zergliedern:

1. Plötzliches Nachgeben der Grundlage.
2. Störung des Gleichgewichts im Oberbau: Beschädigung der oberen Gewölbe und damit Beginn der Zerstörung des Betons.
3. Nachgeben im schwächsten Punkte oder Vereinigung der größten Beanspruchungen in einem bestimmten Punkte, der nachgeben mußte.
4. Zusammensturz eines Pfeilers und der beiden anschließenden Gewölbe. Pneumatische und dynamische Folgeerscheinungen vom Hereinstürzen der Wassermassen.
5. Forttragen der Staumauer in ihren schwächsten oder den Kräften der Gleichgewichtsstörung und der dynamischen Einwirkungen der Wassermassen am meisten ausgesetzten Teilen.

Die Untersuchung der vorhandenen, vom Zusammensturz herrührenden Bruchflächen zeigt ein fast vollständiges Fehlen einer richtigen, die Sickerungen der Staumauer abhaltenden Herdmauer, sowie ordnungsgemäßer Abtreppungen. Die in den Felsgrund als Anker eingelassenen Eisenstäbe sind wie mit einem Kamm abgebogen. In den Mauerwerkbruchflächen finden sich erschreckend porige und schwammichte Stellen, nicht sattsitzende Steinnester, die ungeheuer Wasser durchgelassen haben müssen. Die Reste an der Durchkreuzungsstelle des Grundablaßstollens lassen einige baulich besonders bedenkliche Stellen erkennen.

Die Zeichen des Zusammenbruches beschränken sich auf den Bereich des Grundmauerklotzes; sie verschwinden beiderseits, wo der Klotz aufhört. Wo der aufgelöste Gewölbereihenbau nicht durch eine unterhalb befindliche Schwergewichtsmauer beeinflußt war, sondern unmittelbar ohne gefährliche talseitige Neigung auf dem Felsen aufsaß, ist er seiner Aufgabe glänzend gerecht geworden, auch wo die Mischungsverhältnisse der verwendeten Baustoffe sehr mager und die Ausführungen mangelhaft waren. Das Gutachten kann sich nur auf Anzeichen gründen, aber es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, daß der Grundmauerklotz, dieser ungeheure, aus Steinen und Kalk schlecht zusammengefügte Schwamm, planlos gegründet und gebaut, durch den Grundablaßstollen in zwei Teile geteilt und dadurch daran gehindert, als Bogen zu wirken, sich allmählich vollgesogen, sein Gefüge verloren und, gedrückt von oben zugleich und von unten, schließlich nachgeben mußte.

Die Einsichtnahme der gesamten Bruchfläche hat ein anscheinend gutes Material in den Gewölben und ein recht ungleiches und in manchen Teilen sehr schlechtes Material im Grundmauerklotz zutage gefördert. Die Zeugenaussagen haben schon auf eine recht bedenkliche Ausführung des Mauerwerks im Oberteile der Pfeiler schließen lassen: Der Ersatz großer Steine durch gewöhnliche Steinbrocken mußte hier eine weitere Verschwächung und Störung der Gleichmäßigkeit des an sich schon mangelhaften Mauerwerks herbeiführen.

Betonproben wurden durch die Berichterstatter vier entnommen und zwar eine von der bergseitigen Verkleidung der Grundmauer, eine aus einer höheren Schichte des Grundmauerklotzes, eine aus dem Pfeiler 2 und eine aus den Trümmern des Gewölbes zwischen Pfeiler 11 und 12. Im Untersuchungsinstitut der technischen Hochschule Mailand wurden die spezifischen Gewichte und die Druckfestigkeiten für die vier Proben festgestellt. Die spezifischen Gewichte ergaben sich für Probe 12 und 4 zu 2,3 und für Probe 3 zu 2,15. Die Druckfestigkeit, festgestellt an Würfeln von zwischen 13 und 40 cm Seitenlänge, war nach der Reihenfolge der Proben 45 kg/cm², 105 kg/cm², 50 kg/cm² und 70 kg/cm². Die Ergebnisse waren also sehr ungleich und im allgemeinen erschreckend niedrig.

Die statische Untersuchung ergibt nach jeder Hinsicht eine weit schlechtere Beurteilung des Grundmauerklotzes als der oberen Pfeiler und der Gewölbe. Die Grundmauer, zu weit in den Steilhang über die Kante des Gefällbruches gerückt, durch den Grundablaßstollen zerteilt, zu stark und zu ungleich in Oberfläche und Flanken gepreßt und von unten durch den Druck der Sickerungen angegriffen, auf dem Felsgrund ungünstig angelegt und in ihrem Gefüge schlecht gemischt, konnte ihrem tragischen Verhängnis, dem nur ganz unmittelbar ein kurzes, aber schreckliches Warnungszeichen vorausging, nicht entfliehen. Damit verloren die Pfeiler ihre Stütze und Vorgang reihte sich an Vorgang.

Zusammenfassend lauten die Schlüsse des Gutachtens:

1. Es ist auf Grund der genauen Folgerungen von Professor, Ingenieur Augusto Stella, nicht anzunehmen, daß das Gelände, auf welchem sich die Staumauer aufbaute, für eine Wehranlage ungeeignet gewesen sei; es ist aktenmäßig nachgewiesen, daß die geologischen Bedingungen der Oertlichkeit vor dem Bau des Staubeckens geprüft wurden und zwar, in Beziehung zum Bau selbst, durch Professor Torquato Taramelli.

2. Es ist gleicherweise auf Grund der Ergebnisse der Forschungen von Professor Augusto Stella nicht anzunehmen, daß seismische Erscheinungen zu dem Unglück beigetragen hätten. Die nächsten Erdbebenstationen zeigen keinerlei merkliche Spuren.

3. Die Grundursache des Zusammenbruches der Staumauer ist der statischen Unzulänglichkeit des Tragmauerwerkes des mittleren Teiles der Staumauer selbst zuzuschreiben. Diese Unzulänglichkeit ist einerseits eine innerliche, anderseits liegt sie in den äußeren Verhältnissen: innerlich insoferne, als die Ausmaße und der Widerstand des Mauergefüges nicht ausreichten, um den Beanspruchungen gerecht zu werden, die der hydrostatische Druck bei vollem Becken unmittelbar, oder mittelbar in Form von Drücken von unten, erzeugen konnte; in den äußeren Verhältnissen, weil die unsichere Auflagerung auf dem Felsen und die Störung der Gleichmäßigkeit durch das Vorhandensein des Grundablaßstollens die Widerstandskraft der Unterlage, auf welcher der schwerste Teil der Wehranlage lastete, schwächen und bis zu einem gewissen Punkte sogar aufheben mußte.

4. Die entscheidende Augenblicksursache des Zusammensturzes kann nicht genau bezeichnet werden: äußere Ereignisse, die als entscheidende Störungen des Gleichgewichts gewirkt haben könnten, sind nicht nachzuweisen.

Es scheint als ausgeschlossen bezeichnet werden zu können, daß der Oberbau der aufgelösten Gewölbe und Pfeiler, obgleich er mit Bindemitteln überaus sparsam bedacht war und die Ausführung selbst nach den Erhebungen, den Zeugenaussagen, teilweise sogar nach den Zugeständnissen der Erbauer selbst und nach den Ergebnissen der Laboratoriumsversuche mangelhaft war, an einer mehr oder weniger genau zu umschreibenden Stelle entscheidend nachgegeben hätte: der Zusammenbruch ist zustande gekommen durch das schrittweise Anwachsen der inneren statischen Unzulänglichkeit des Grundmauerklotzes, ein Anwachsen, das auch die Mangelhaftigkeit der sonstigen Umstände mehr fühlbar gemacht hat: in einem bestimmten Augenblick waren die Quellen der Widerstandsfähigkeit erschöpft und eingetretene Senkungen mußten eine so tiefgehende Störung des Gefüges herbeiführen, daß auch die sonstigen Gleichgewichtsverhältnisse aufgehoben wurden, ein Vorgang, wie er für den Einsturz von gemauerten Bauwerken so oft bezeichnend ist. (W. 166.)

Dr. S.

Digitized by Google

Die Wasserkraftanlage Ste. Tulle an der Durance

Von R. Hofmann, Obering. der Ateliers des Construktions Mécaniques, Vevey.

A. Allgemeines.

Die Anlage gehört der Société de l'Energie Electrique du Littoral Méditerranéen, à Marseille. Sie liegt an der Durance in unmittelbarer Nähe von Ste. Tulle (Basses Alpes) und liefert im Verein mit 11 weiteren derselben Gesellschaft gehörenden Elektrizitätswerken die elektrische Energie für Südostfrankreich und speziell für die Stadt Marseille. Die Anlage ist für eine hydraulische Leistung von 50 000 PS und eine thermische von 80 000 PS vorgesehen. Zurzeit sind 4 Francisturbinen von je 10 000 PS und 2 Erregerturbinen von je 500 PS sowie 3 Dampfturbinen von je 20 000 PS installiert. Alle diese Maschinen sind in einem gemeinsamen Saale von 175 m Länge aufgestellt.

Das Wasser der Durance wird der Anlage von der Turbinenanlage „La Brillane" durch einen Kanal von 10,6 km Länge zugeführt. Dieser endet in einem Wasserschloß, an welches ein Ueberfall von 200 m Länge angeschlossen ist. Dieser kann im Falle der Entlastung der Turbinen die ganze Wassermenge von 120 m³/sec. abführen. Das überfließende Wasser wird unter Vermittlung eines Dämpfungs-Bassins in den Unterwasserkanal geleitet.

Die zwei Druckleitungen aus armiertem Beton von je 5 m lichtem Durchmesser und 97 m Länge endigen in zwei Sammelrohren aus Blech von 4,5 m Durchmesser. An jedes der beiden Sammelrohre sind durch Zweigleitungen zwei Turbinen von je 10 000 PS angeschlossen. In diese Zweigleitungen sind Drosselklappen von 2700 mm Lichtweite eingebaut. Diese bestehen aus Gußgehäusen und Klappen aus Stahlguß. Sie können sowohl von Hand als mit Elektromotoren betätigt werden. Die fünfte, später zu installierende Turbine wird von einer der bestehenden Leitungen gespeist werden. Zwei dieser Turbinen wurden durch die „Etablissements Leflaive S.-A. in St. Etienne (Frankreich)" nach den Plänen der Ateliers de Constructions Mécaniques Vevey gebaut.

B. Turbinen.

Diese sind für folgende Daten konstruiert:

Nettogefälle	33 m,
Wassermenge	27 m³/sec.,
Leistung	10 000 PS
Tourenzahl	300 i. d. Minute

und sind Zwillings-Francisturbinen mit horizontaler Achse. Jede hat zwei Spiralgehäuse mit einem gemeinschaftlichem zentralen Saugrohr.

Abb. 1 zeigt diese Turbinen im Schnitt und Abb. 2 den Installationsplan derselben. Jede Turbine hat drei Lager, wovon das mittlere auf dem Doppelkrümmer des Saugrohrs aufgebaut ist. Die Turbinenwelle ist mit der Ge-

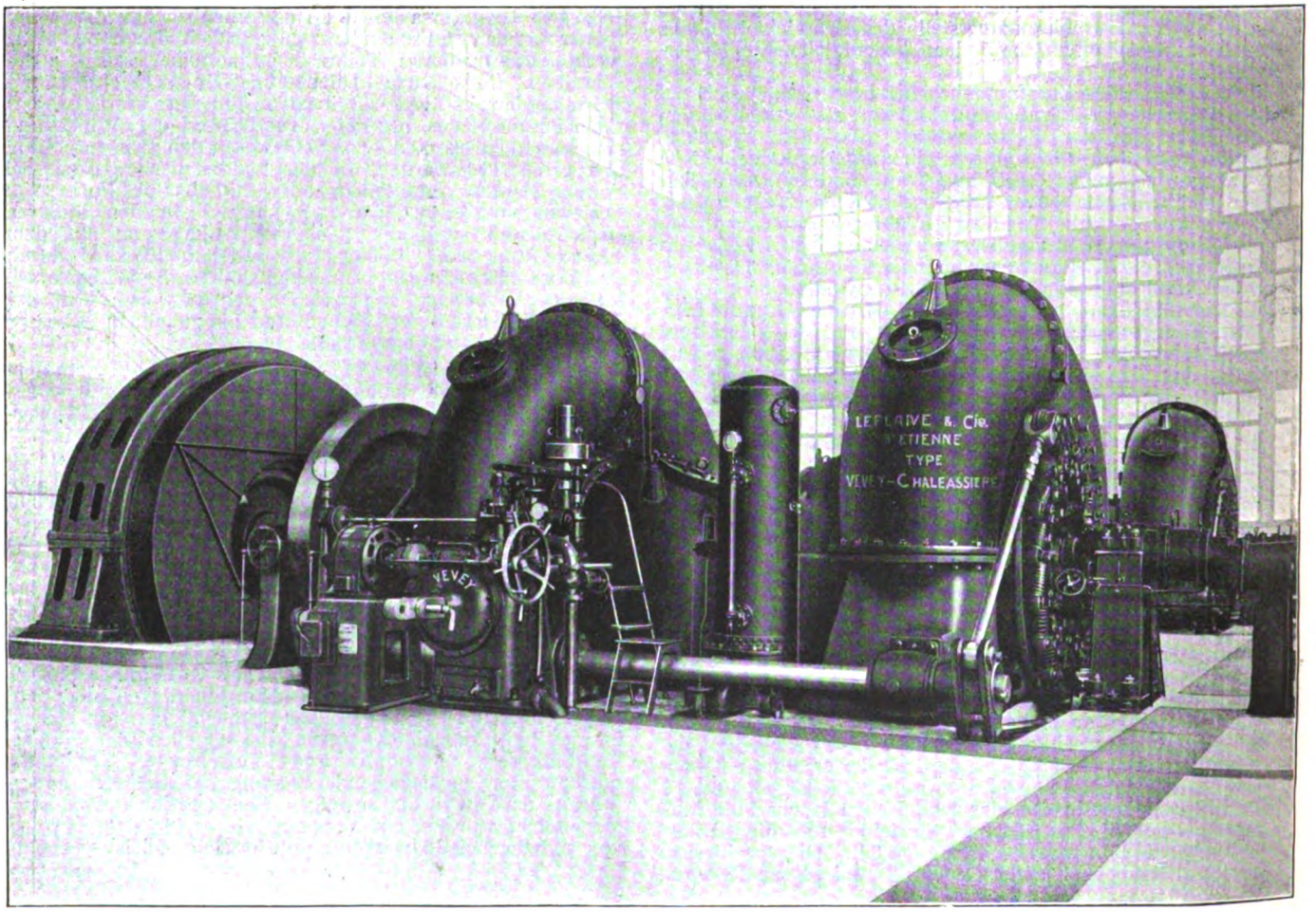


Abbildung 3. Ansicht einer Maschinengruppe.

Digitized by Google

neratorwelle unter Zwischenschalten eines Schwungrades starr gekuppelt. Letzteres dient gleichzeitig als Bremsscheibe für die kräftig ausgebildete Backenbremse, die für das rasche Stillsetzen der Gruppe vorgesehen wurde. Der Achsialschub der Welle, der infolge der symetrischen Anordnung der zwei Laufräder gering ist, wird durch ein Ringspurlager

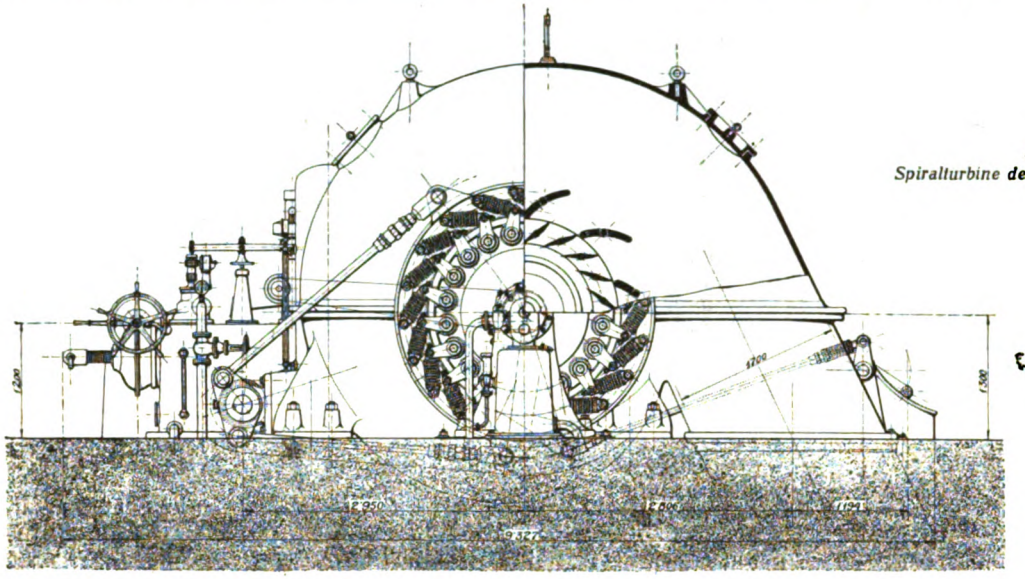


Abbildung 1.
Spiralturbine der Anlage Ste. Tulle, Schnitt.

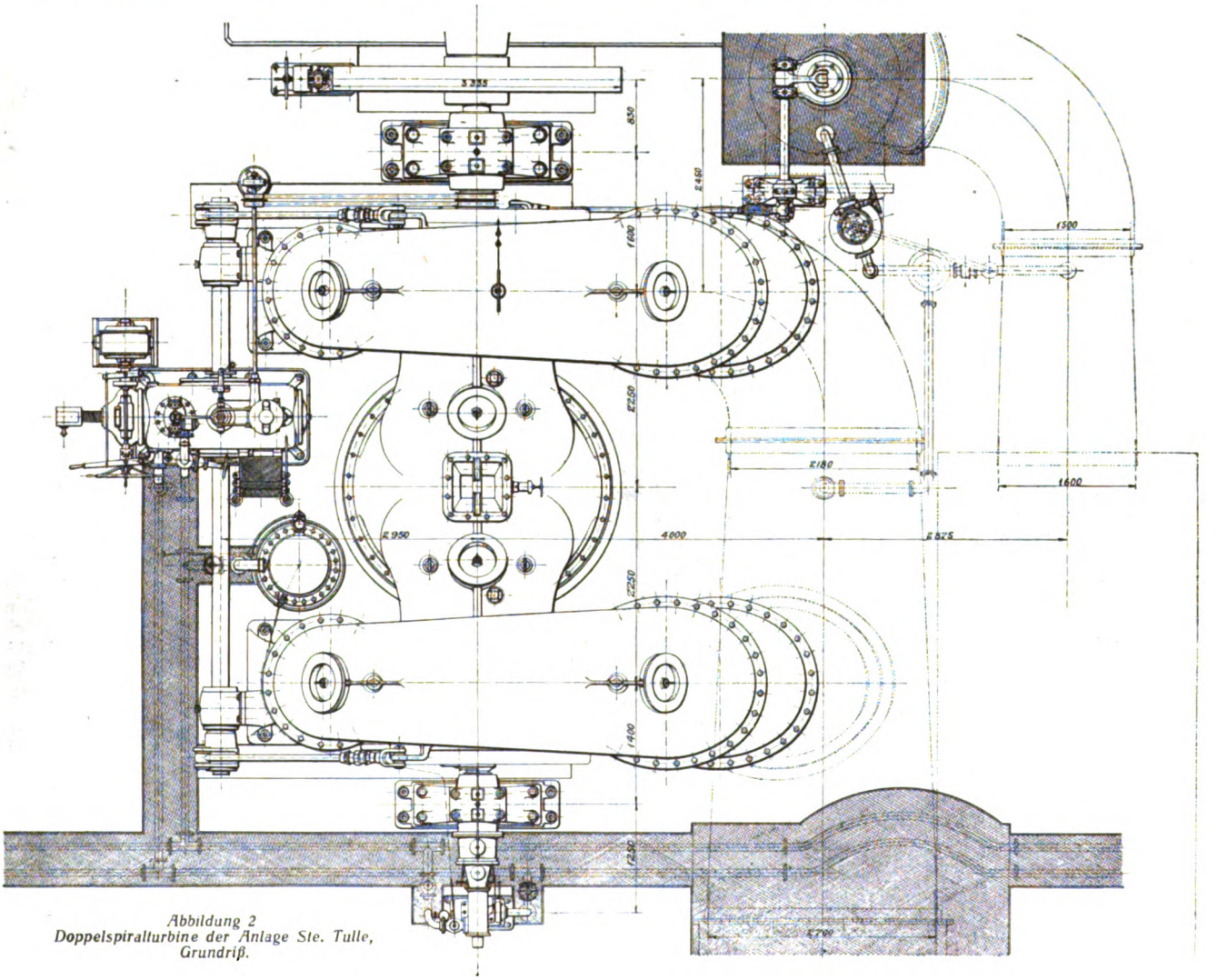


Abbildung 2
Doppelspiralturbine der Anlage Ste. Tulle, Grundriß.

Digitized by Google

mit selbsterzeugendem Oeldruck aufgenommen. Das Spiralgehäuse aus Gußeisen mit einem lichten Eintrittsdurchmesser von 1700 mm ist dreiteilig. Zur Erleichterung der Demontage sind der Doppelkrümmer und die Leiträder zweiteilig ausgeführt worden. Die Leitradwände sind zum Schutze gegen das sandhaltige Wasser mit auswechselbaren Stahlplatten verkleidet. Ferner sind sie am inneren Umfang (Spalt) mit Stahlringen gefüttert, die in diejenige der Laufräder eingreifen, wodurch der Wasserdurchfluß und damit die Abnützung auf ein Minimum reduziert werden. Die Fink'schen Drehschaufeln sind aus Stahlguß in einem Stück mit ihren Drehzapfen gegossen. Letztere sind in Bronzebüchsen geführt. Die Regulierungsringe sind leicht zugänglich außerhalb der Gehäuse angeordnet.

Da der Kanal im Winter viel Eis führt, sind die Stäbe am Einlaufrechen verhältnismäßig weit von einander angeordnet. Um nun eine Beschädigung der Regulierung zu vermeiden, wenn ein Fremdkörper zwischen zwei Leitradklappen eingeklemmt wird, sind die Lenker, welche die Kraft von den Regulierringen auf die Kurbel der Drehschaufeln übertragen, mit vorgespannten Schraubenfedern versehen. Wenn nun eine gewisse Kraft überschritten wird, so werden die Federn der am Schließen gehinderten Drehschaufeln zusammengedrückt.

C. Regulierung.

Die von den „Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey" gelieferten Oeldruck-Regulatoren sind für eine max. Regulierarbeit von 8000 mkg berechnet. Ohne auf die Einzelheiten einzugehen, möchten wir doch eine Neuerung erwähnen. Diese besteht in einer Vorrichtung, welche die Schließgeschwindigkeit des Servomotors progressiv verzögert. Dadurch wurde es möglich, die Schlußzeit und damit die Schwungmassen bedeutend zu reduzieren, ohne die Drucksteigerung in der Rohrleitung zu erhöhen.

Die zweistufige Zahnrad-Oelpumpe ist direkt mit der Turbinenwelle gekuppelt. Der Druckregulator (Nebenauslaß) ist mit Rücksicht auf die verhältnismäßig kurze Rohrleitung nur für eine Wassermenge von 15 m³ gebaut worden. Seine Auslaßöffnung hat einen lichten Durchmesser von 1050 mm.

Eine Ansicht der Turbinen ist in Figur 3 dargestellt.

Zuschrift:

Wassermessung in Rohrleitungen. Im Anschluß an die verschiedenen Veröffentlichungen in Heft 16 unserer Zeitschrift haben wir uns an Herrn Baurat Treiber, Karlsruhe, gewandt mit der Bitte um Mitteilung, ob vielleicht bei jener Anlage Erfahrungen über Flügelmessungen in Rohrleitungen gemacht worden seien. Wir erhalten dazu von Herrn Baurat Treiber die nachstehenden Ausführungen:

Auf die gefl. Anfrage v. 4. August ds. Jhrs. über Versuche oder Einrichtungen für Flügelmessung in Druckrohrleitungen teile ich ergebenst mit, daß wir anläßlich der Abnahmeversuche an den Hochdruckturbinen des I. Ausbaues des Murgwerkes in Forbach im Mai 1919 Flügelmessungen in der Rohrleitung und zwar in einer möglichst langen geraden Strecke von 1900 mm l. W. ausgeführt haben. Nach einem Vorschlag der Firma J. M. Voith in Heidenheim war zu diesem Zwecke eine starke Flacheisentraverse im Rohrinnern eingebaut, auf der ein durch eine Stange von außen her zu verschiebender Schlitten mit einem Flügel der Firma Ott saß. Die Meßeinrichtung war unter einem Winkel von 30° gegen die Wagrechte eingebaut und es wurde in insgesamt 11 Punkten auf dem Durchmesser gemessen, wobei die der Rohrwandung naheliegenden Meßpunkte enger saßen als die der mittleren Punkte. Die größte gemessene Wassermenge betrug 4,25 cbm/sec entsprechend einer mittleren Geschwindigkeit von 1,5 m. Die Wassermenge wurde aus den Meßergebnissen in den einzelnen Punkten durch graphische Auftragung des Produktes v x r über den Rohrdurchmesser ermittelt. Nach meiner Ansicht können derartige Wassermessungen mit einem über einem Durchmesser verschobenen Meßflügel keinen Anspruch auf sehr hohe Genauigkeit machen. An und für sich ist es schon schwierig, über die verhältnismäßig lange Zeit der Wassermessung, namentlich bei kleiner Belastung, den auf Wasserwiderstand arbeitenden Stromerzeuger in einwandfreiem Beharrungszustand zu erhalten. Andererseits hängt es auch sehr vom Zufall ab, eine geeignete Meßstelle, auch in längeren geraden Rohrstrecken zu finden. Tatsächlich weisen die bei den genannten Abnahmeversuchen ermittelten Kurven gewisse Unstetigkeiten auf, wobei auch Parallelversuche bei der gleichen Beaufschlagung wesentlich verschieden ausfallen. Ich schätze, daß die Genauigkeit der Flügelmessung in der vorgenannten Art mit nicht höher als ×2 % eingeschätzt werden darf.

Wesentlich größere Genauigkeit wird man mit der für die Abnahmeversuche der Turbinen des Innwerkes vorgesehenen Meßeinrichtungen erzielen, wo in der 4,0 m weiten Rohrleitung zwei unter rechtem Winkel zu einander stehende Flügelstangen in erheblichem Abstand je unter ungefähr 45 Grad gegen die Wagrechte eingebaut werden, die mit je 7 Flügeln zur gleichzeitigen Messung in ebensoviel Punkten besetzt werden. Das Meßergebnis dieser insgesamt 14 Flügel wird elektrisch auf einen Registrierapparat mit Zeitkontakt übertragen.

Für die Messung des Wasserverbrauches der Turbinen, bzw. der Förderleistung der Speicherpumpe im Schwarzenbachwerk (II. Ausbau des Murgwerkes) haben wir in die Verteilrohrleitung eine Venturiwassermeßeinrichtung eingebaut, die aus einem gußeisernen Düsenring und beiderseits symmetrisch ausgebildeten konischen Uebergängen aus Blechrohren besteht. Der Zwischenraum zwischen letzterer Blechauskleidung und dem eigentlichen Druckrohr von 1600 mm l. W. ist mit flüssigem Beton ausgefüllt worden. Für die Messung ganz kleiner Wassermengen wird das Hauptventurirohr noch mit einem Nebenventurimesser versehen, durch welchen der Meßbereich des ersteren sehr wesentlich erweitert wird. Da dieser große Venturimesser im Lieferungswerk (Siemens & Halske) nicht geeicht werden kann, beabsichtigen wir, denselben in der Weise zu eichen, daß der Inhalt des zylindrischen Wasserschlosses bei geschlossenem Zulauf durch die fest eingestellte Turbine hindurch abgearbeitet wird. Das Maß der Wasserschloßentleerung hierbei wird durch einen genauen Schwimmer mit Zeitkontakt aufgenommen. Gleichzeitig kann die Durchflußmenge an den an jedem Turbinenablauf angeordneten Meßüberfällen nachgeprüft werden. Sofern die Venturimeßeinrichtung beim Schwarzenbachwerk sich bewährt, soll eine gleiche Einrichtung in die Druckrohrleitung des Murgwerkes eingebaut werden. Wir haben auch schon in Erwägung gezogen, in die letztere Rohrleitung für die dauernde Wassermessung einen kleinen Woltmannflügel einzubauen und zwar an einer Stelle, an der sich die Wassergeschwindigkeit genau proportional mit der Wassermenge ändert. Daß eine solche Stelle, und zwar außerhalb des Rohrmittelpunktes vorhanden ist, haben die vorgenommenen Flügelmessungen einwandfrei ergeben. Wenn man dann noch einen Woltmannflügel benutzt, dessen Flügelumdrehungszahl sich über den ganzen Meßbereich im gleichen Verhältnis mit der Wassergeschwindigkeit ändert, kann auch ein verhältnismäßig einfacher Schreibapparat für die Aufzeichnung der augenblicklichen Durchflußmengen und mit einer Einrichtung zur Summierung der Durchflüsse über längere Zeit verwendet werden. Wir haben allerdings das letzte Projekt zugunsten des Einbaues einer Venturieinrichtung wieder aufgegeben.

Zusammenfassend kann ich also auf Grund meiner Erfahrungen über Flügelmessungen in Rohrleitungen sagen, daß solche nur bei Verwendung einer größeren Anzahl über einen Durchmesser verteilter Meßflügel An-

Digitized by Google

spruch auf die namentlich bei Abnahmeversuchen notwendige Genauigkeit machen können. Wo immer es angängig ist, dürfte die Wassermessung mit Hilfe eines Meßüberfalls im Turbinenauslauf vorzuziehen sein.

Ueber die jedenfalls sehr interessanten Abnahmeversuche mit den Turbinen des Innwerkes, wo, wie gesagt, mit 14 Flügeln gleichzeitig gearbeitet werden soll, wird später zu berichten sein. (W. 197.)

Rundschau

Wasserbau

Das Sommer-Hochwasser, das Ende Juli — Anfang August ds. Jahres abgelaufen ist und hinsichtlich der zum Abfluß gelangten sekundlichen Wassermengen den südbayerischen Katastrophenhochwässern von 1899 und 1910 in nichts nachstand, jene sogar z. T. übertraf, hat fast alle südbayerischen Flußgebiete in einem gegenüber damals völlig veränderten Zustand angetroffen, sind doch in der Zwischenzeit sowohl eine Reihe großer Wasserkraftanlagen wie auch Korrektionsarbeiten ausgeführt worden, welche den Charakter der Flußläufe wesentlich verändert haben. Die Auswertung der Beobachtungen der bayer. Landesanstalt für Gewässerkunde erfordert naturgemäß längere Zeit und wird dann allerdings wertvolle Ergebnisse über die Einwirkungen, welche die Veränderung der Flußläufe mit sich brachte, über die Fortschreitungsgeschwindigkeit und Umbildung der Hochwasserwelle, die Geschiebeförderung u. dgl. zeitigen. Einstweilen kann aus den Mitteilungen, für welche wir einer Reihe von Kraftwerksunternehmungen Dank schulden, erfreulicherweise festgestellt werden, daß die Wasserbautechnik der letzten 25 Jahre auch dem letzten Anprall standgehalten hat mit Ausführungen, welche die Wasserbauten von 1899 und 1910 um das vielfache übertreffen.

Die Isar brachte beim Krünner Wehr des Walchenseewerkes rund 130 m³/Sek. (gegen rund 150 bis 160 m³/Sek. der Berechnung zugrunde liegende Höchstmenge von 1899) zum Abfluß und haben sich im Gesamtgebiet des Walchenseewerkes keinerlei Schäden gezeigt. Die Isarwerke oberhalb Münchens erlitten Dammschäden bei Pullach, doch konnten dank des energischen Eingreifens der Münchener Reichswehrpioniere erhebliche Zerstörungen verhütet werden. Das Bayernwerk hatte auch bei dieser Gelegenheit durch Deckung des Ausfalles, der durch die Stillsetzung des Kraftwerkes Pullach entstanden war, seine Wichtigkeit für Landesversorgung erwiesen. Im Bereich der neuen Anlagen Süd II und III der städt. Elektrizitätswerke München sind Schäden nicht vorgekommen. Auch im Weichbild der Stadt ist die Isar durch die Uferbauten in ihrem Bett gehalten worden und hat — obgleich eine norddeutsche Tageszeitung unter Beigabe eines, übrigens nicht einmal beim höchsten Stand aufgenommenen, Bildes der Ludwigsbrücke zu berichten wußte, daß die Isar „auch in München über ihre Ufer getreten" und „erheblichen Schaden angerichtet" habe — keinerlei Schäden verursacht, nicht einmal die alten hölzernen Erhardtbrücken verloren einen Balken. Die unangenehmste Lage bestand vielleicht für das neue Deutsche Museum, wo der Wasserstand fast gerade die Unterkante der rückseitigen Untergeschoß-Fenster erreichte.

Das Oberföhringer neue Wehr der Mittleren Isar ließ die dort vorhandenen rund 1100 m³/Sek. (gegen 1300 m³/Sek. i. J. 1899) glatt abfließen und ergab eine noch vorsichtig getroffene Bemessung der Durchflußbreite. Von einer wesentlichen Stauwirkung des Wehres konnte nichts bemerkt werden. Auch die unterhalb liegende Baustelle für den Dücker der städtischen Abwasserleitung in der Isar blieb einschließlich der Brückenrüstungen so gut im Stand, daß wenige Tage später wieder der normale Baustellenbetrieb aufgenommen werden konnte — nach einer nur um 15% hinter dem zerstörenden Hochwasser von 1899 zurückgebliebenen Wassermenge! Darüber hinaus haben die Regulierungsbauten in der Sempt am unteren Ende des vorläufigen Ausbaues der Mittleren Isar das schon häufig schwer durch Ueberflutungen heimgesuchte Gebiet der Sempt trotz deren ebenfalls katastrophalen Wassermenge wirksam entlastet.

Die Amperwerke hatten durch die gleichfalls außergewöhnlich hochgehende Amper keine Schäden zu verzeichnen.

Der Inn führte über das neue Stauwehr der Innwerke bei Jettenbach etwa 1600 m³/Sek. glatt ab, der mit Druckluft gegründete Wehrbau erwies sich als absolut sicher. Die Kolkbildung hinter dem Wehr wird nach den Erfahrungen des letzten Frühjahrshochwassers als nicht bedeutend angenommen, nur unterhalb des Wehres sind einige Uferabbrüche vorgekommen. Das Werk selbst ist noch nicht im Betrieb.

Der Lech brachte unterhalb der Wehranlage der Lech-Elektrizitätswerke bei Gersthofen rund 1100 m³/Sek. zum Abfluß bei einem Pegelstand, der jenen des Katastrophenhochwassers von 1910 noch um 30—40 cm überstieg, konnte aber infolge der umfassenden Sicherungsarbeiten der letzten Jahre an den Kanal- und Damm-Anlagen keinen Schaden verursachen. Allerdings hat es sich durch diesen Wasserstand gezeigt, daß die Sicherungsarbeiten noch weiter ausgedehnt werden müssen.

Die Iller als einer der gefährlichsten Flüsse im Alpenvorland hat zwar die Kraftwerke Sonderten und Au der Allgäuer Ueberlandwerke zum zeitweiligen Stillsetzen gezwungen, an den Bauteilen aber keine nennenswerten Schäden verursacht, wie auch die Stromlieferung dieses Werkes und des durch Rückstau im Unterwasser stark gehinderten städt. Elektrizitätswerkes Kempten dank der Kupplung dieser Anlagen unter sich und mit der Dampfreserve der Spinnerei Kottern gesichert blieb.

Die Donau als Sammelrinne aller dieser Hochwässer hat an der Baustelle des Kachletkraftwerkes der Rhein-Main-Donau-A.-G. bei einer die Frühjahrshochwässer noch etwas übertreffenden Wasserführung zwar Betriebsstörungen verursacht, jedoch keine nennenswerten Schäden hinterlassen.

Es kann also festgestellt werden, daß insbesondere die großen Neuanlagen an unseren Flüssen ihre Feuerprobe durchwegs bestens bestanden haben. (W. 199.)

Formeln für Berechnung der Geschwindigkeit des Wassers in offenen Leitungen.[1]) Von den auf der klassischen Formel von de Chézy

$$v = c\sqrt{RJ}$$

(v Wassergeschwindigkeit, R hydraulische Mitteltiefe und J die Neigung der Wasseroberfläche)

aufgebauten Formeln beansprucht die Formel von Ganguillet und Kutter

$$v = \frac{\frac{1}{n} + 23 + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right)\frac{n}{R}}\sqrt{RJ} \quad \ldots\ldots (1)$$

bekanntlich das größte Vertrauen. Verglichen mit den von Bazin in „Recherches hydrauliques" veröffentlichten, außerordentlich genauen Messungen der Wassergeschwindigkeit in Rinnen verschiedener Ausmaße und Stoffe gibt sie eine gute Uebereinstimmung mit den Versuchswerten. Es ist das auch von vornherein zu erwarten, denn sie ist ja rein erfahrungsmäßig auf Grundlage u. a. gerade dieser Bazin'schen Versuche aufgebaut. Vom Zuverlässigkeitsstandpunkte erfüllt also Formel (1) im allgemeinen alle billigen Ansprüche. Leider aber besitzt sie einige andere Eigenschaften, die sie weniger vollkommen erscheinen lassen. Der für c eingeführte Ausdruck enthält 2 Veränderliche und der Rauheitsfestwert ist nicht reiner Faktor, was die Anwendung der Formel in der Ausübung beschwerlich und zeitraubend macht. Aber außerdem ist die Formel (1)

[1]) Nach Zivilingeniör Sven Hallin, Teknisk Tidskrift 1924, H. 1.

Digitized by Google

unmittelbar fehlerhaft insoferne, als J in Wirklichkeit zuweilen den Wert für c gerade in entgegengesetzter Richtung beeinflußt, als wie dies in der Formel der Fall ist. Nach der Formel geben nämlich wachsende J, wenn $R < 1{,}0$ m, wachsende c-Werte, wenn aber $R > 1{,}0$ m, fallende c-Werte. In Wirklichkeit ist es aber nicht die absolute Größe von R, sondern dessen Größe im Verhältnis zu den Unebenheiten der Leitungswände, die für die Richtung, in der J auf c einwirkt, ausschlaggebend ist. Wenn diese Unebenheiten im Verhältnis zu R unwesentlich sind, geben wachsende J sonach wachsende c-Werte und umgekehrt, wenn die Unebenheiten im Verhältnis zu R wesentlich sind. Die Formel (1) eignet sich also weder für große Leitungen mit verhältnismäßig glatten Wänden (gemauerte Zulaufkanäle) noch für kleine Leitungen mit Unebenheiten (Ablaufgräben, Rohrleitungen mit dicht liegenden Stößen u. a.).

Zivilingenieur Sven Hallin stellt in der schwedischen „Teknisk Tidskrift Väg-och Vattenbyggnadskonst" 1 v. J. 1924 die Frage auf, ob man nicht eine einfachere und an Zuverlässigkeit doch der Formel von Ganguillet und Kutter ebenbürtige Formel finden könne. Er geht dabei von der ihrer Form nach in vieler Hinsicht besser geeigneten, in Schweden viel gebrauchten und auch bei uns nicht unbekannten Formel von Heßle

$$v = k\left(1 + \frac{1}{2}\sqrt{R}\right)\sqrt{RJ} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

aus, die vor allem aber den Nachteil aufweist, daß sie bei kleinen Werten von R (unter 0,25 m) mit der zuverlässigeren Formel von Ganguillet und Kutter recht wenig übereinstimmt und legt dabei darauf Gewicht, daß die Eigenschaften, die diese Heßle'sche Formel verhältnismäßig so handlich machen, nicht verloren gehen sollen. Der Wert von c soll also von J unabhängig bleiben und der Rauhigkeitsfestwert soll als reiner Faktor beibehalten werden. Er findet eine einfache und vollkommen wirksame Verbesserung darin, daß er $\sqrt{R}$ in der Heßle'schen Formel durch das arithmetische Mittel aus $\sqrt{R}$ und log R ersetzt und erhält sonach die Formel

$$v = k'\left(1 + \frac{1}{2}\,\frac{\sqrt{R} + \log R}{2}\right)\sqrt{RJ} \quad \ldots (3)$$

Die Formeln (2) und (3) entsprechen der gleichen Leitungsgattung, wenn $k' = \frac{5}{4}\,k$. Die Formel (3) schließt sich, wie Versuche zeigen, bei kleinen R der Formel (1) und bei größeren der Formel (2) an. Was die Grenzwerte betrifft, die ja hauptsächlich wissenschaftlichen Belang haben, so nähert sich c nach (3) dem Wert $+\infty$ wenn sich R dem Werte $+\infty$ nähert. Für $R = 0$ wird $c = -\infty$; wenn c den Nullwert so nahe dem Nullpunkt als bei $R = 0{,}0001$ m durchläuft, d. h. also bei einem Leitungsausmaß, bei dem schon die Kapillarkräfte vorzuherrschen begonnen haben.

Für die Anwendbarkeit der Formel ist jedoch in erster Linie ihre größere oder geringere Uebereinstimmung mit den Messungsergebnissen ausschlaggebend und als solche sind wieder die Bazin'schen Versuchsreihen gewählt, mit denen die Formel 3, wie einige beigegebene Schaulinien ausweisen, ganz zufriedenstellend übereinstimmt. Die in einfacher Weise verbesserte Heßle'sche Formel gibt für alle vorkommenden Werte von R mindestens gleich gute Ergebnisse wie die ungleich verwickeltere, aber bisher als zuverlässigst angesehene Formel von Ganguillet und Kutter. Dr. S.

Das Holzrohr und seine Verwendung in Oesterreich. Die Anfänge der hölzernen Rohrleitungen gehen in Amerika bis ins Jahr 1818 zurück. Im Jahre 1880 begann sich dort die Erzeugung von Holzrohren zu einer Industrie zu entwickeln. Gegenwärtig unterscheidet man die sog. kontinuierliche Rohrleitung oder das Faßdaubenrohr, das aus einzelnen Stücken an Ort und Stelle ohne Stöße zusammengebaut wird, und das maschinengewickelte Rohr, welches in der Fabrik in bestimmten Durchmessern und in Schüssen von bestimmter Länge hergestellt und an Ort und Stelle durch geeignete Verbindungsstücke zur Rohrleitung vereinigt wird. Hinsichtlich des Preises ist das armierte Holzrohr jeder der beiden Bauarten anderen Rohrarten bei einigermaßen großeren Durchmessern und nicht allzu hohen Druckhöhen weit überlegen. Bei der Pölser Papierfabrik stellen sich zwei Holzrohre von je 1,20 m l. W. nur auf etwa ein Viertel der Kosten einer eisernen Rohrleitung, in ungünstigen Fällen beträgt der Holzrohrpreis etwa die Hälfte des Eisenrohr-Preises, wobei der leichtere Transport einerseits wegen des geringen Gewichts, andererseits bei dem in seinen Bestandteilen zerlegten kontinuierlichen Rohr durch die geringen Einzellasten noch nicht gerechnet ist, auch die Montage erfordert außer einer Holzschablone und wenigen Spezialwerkzeugen keine besonderen Vorkehrungen. In Pöls hätte bei einer Neigung der Rohrbahn von 38 Grad die Montage einer eisernen Rohrleitung eigene Aufzugsvorrichtungen, Brückenverstärkungen usw. erfordert, wogegen die Holzrohre auf der Achsel zur Baustelle getragen wurden. In ebenem Gelände kann beim Bau eines kontinuierlichen Rohres von etwa 1 m l. W. eine Tagesleistung von 20 m erreicht werden, beim maschinengewickelten Rohr sind bis zu 200 m pro Tag erreichbar. Bemerkenswert war die Montage einer Leitung aus maschinengewickelten Rohren von 350 mm l. W., 355 m Länge und 70 m Druckhöhe, der Stereotypie-Matern-Erzeugungs-G. m. b. H. in Innsbruck. Die Holzrohre mußten wegen Verzögerung im baulichen Fortschritt den ganzen Sommer über im Freien lagern, so daß man überhaupt zweifelte, ob diese geschwundenen Rohre noch verwendet werden könnten. Eine probeweise Verlegung einer Strecke und provisorischer Einleitung von Wasser ergab jedoch, daß nach 24 Stunden bereits die Rohre durch Aufquellen wieder ihre richtige Kreisform und Dichtigkeit erhalten hatten, die Rohrleitung steht seitdem (1922) in klaglosem Betrieb.

Im gesamten sind in Oesterreich 94 Anlagen mit Holzrohren in Betrieb. (Ing. Hugo Nossek in Zeitschrift des österr. Ing.- und Architekten-Vereins, 1924, Heft 21/22.) (W. 113.) Rdl.

Wasserkraftmaschinen.

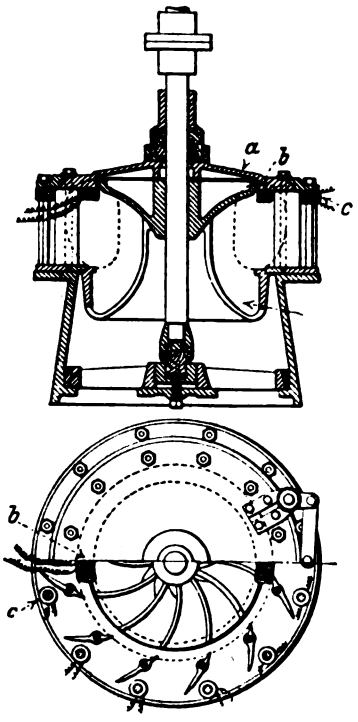
Verhinderung von Eisbildung in Wasserturbinen. Eine der Hauptschwierigkeiten im Betriebe von wasserelektrischen Anlagen in den kälteren Ländern ist durch Versetzen der Turbinen mit Eis verursacht. Die in verschiedenen strengen Wintern durch den Verfasser gewonnenen Erfahrungen zeigten, daß ein sehr kleiner Temperaturunterschied zwischen Metallteilen und Wasser das Aneisen des Metalls vollständig verhindert. Die Frage bestand also darin, diese Wärme der Turbinen-Metallteile wirklich zu erreichen.

Aus der beiliegenden Zeichnung kann ersehen werden, daß die Anordnung der Turbinenteile einen geschlossenen magnetischen Kreis bildet, mit dem Rad als Hauptteil und einem Kraftfluß durch Leit- und Laufräder, ähnlich einem Kerntransformator. Die Anbringung einer festen Spule am Rad erzeugt magnetischen Fluß und Wirbelströme in den Eisenteilen der Turbine als Sekundärteil. Dies gibt die erwünschte Erwärmung der Turbine und verhindert die Eisbildung. Das Prinzip wurde in einer durch diese Gesellschaft am Niabrarafluß betriebenen Anlage mit sehr befriedigenden Ergebnissen erprobt.

Die Anlage besteht aus zwei Vertikalturbinen. Eine Probespule ist an einer dieser Turbinen befestigt, ohne daß die Teile in irgend einer Weise geändert wurden. Diese Spule hat einen Verbrauch von 3 kW bei ungefähr 0,60 Leistungsfaktor mit Ohmschen Verlusten von 0,3 kW, was eine Wirksamkeit von zirka 90% ergibt. Das Rad der Turbine ist beträchtlich abgenützt, mit einem breiten Luftspalt in dem magnetischen Kreis. Eine Turbine mit normalem Spalt würde den Leistungsfaktor wesentlich vergrößern.

Eine Anzahl von vereisten Rädern wurde so behandelt mit dem Ergebnis, daß die mit den Spulen ausgerüstete

Digitized by Google

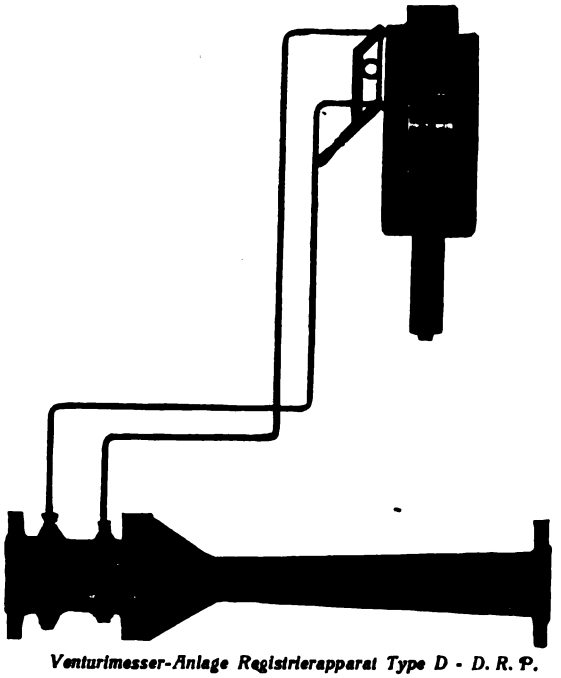


und geheizte Turbine keine Spur von Eis mehr zeigte, während andere, die längere Zeit völlig eingefroren waren, aufgeschmolzen werden mußten, um wieder betriebstähig zu werden. Man ließ die mit einer Spule versehene Turbine teilweise mit Eis überziehen, während die Leiträder bis zu 0,8 offen waren. Fünf Minuten nach Einschalten waren die Leiträder eisfrei. Die Turbine wurde 15 Minuten nach Schließen des Stromkreises besichtigt und von Eis völlig frei befunden.

Es möchte scheinen, daß eine so kleine Wärmemenge in dem kalten Wasser verloren geht, bevor sie die gewünschte Wirkung erzeugt. Es ist indessen von verschiedenen maßgebenden Stellen endgültig festgestellt worden, daß eine Temperaturdifferenz von nur 0,001 Grad das Ansetzen von Eis verhindert. (nach El. World), (W. 194.) Kra.

Wassermessung

.. **Die Messung von Flüssigkeiten und Gasen.** Die genaue naue automatische Messung von Wasser, Druckluft, Dampf usw. ist vielfach von großer Bedeutung. Die von der bekannten Spezialfirma Bopp & Reuther in Mannheim-Waldhof vervollkommneten Venturimesser haben jetzt einen Stand erreicht, daß sie in bezug auf Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Arbeitsweise den höchsten Ansprüchen genügen. Das Prinzip des Venturimessers besteht darin, einen bestimmten Differenzdruck in der Rohrleitung zu erzeugen, der in einem bekannten festen Verhältnis zur augenblicklich durchströmenden Wasser- oder Gasmenge steht, und in der Messung dieses Differenzdruckes in der Maßeinheit des Volumens oder Gewichtes. Die Venturirohre wurden bisher allgemein mit einem kurzen konischen Einlaufrohr und einem langgestreckten konischen Auslaufrohr geliefert. Diese Form wird heute noch in England und Amerika ausschließlich benutzt, da sie sich auf die von dem Erfinder Clemens Herschel im Jahre 1886 angegebene Konstruktion stützt. An Stelle dieses konischen Einlaufrohres verwendet die Firma Bopp & Reuther neuerdings ein kurzes zylindrisches Einlaufrohr, in welches eine parabolisch geformte auswechselbare Meßdüse eingesetzt ist. Dies hat den großen Vorteil, daß die Wasserfäden bei der Umsetzung von Druck in Geschwindigkeit noch besser geführt werden, und daß der Venturikoeffizient aus dem Grunde etwas günstiger wird. Man kann in diesem Fall die mit parabolischen Meßdüsen vorliegenden Erfahrungen direkt auf das Venturirohr übertragen. Durch die Wiedergewinnung des größten Teils des erfolgten Druckunterschiedes ist aber bei gleichem Druckverlust ein größerer Druckunterschied als bei einfachen Stauscheiben oder Staudüsen zulässig. Man erhält dadurch einen größeren Meßbereich und eine höhere Meßgenauigkeit.



Venturimesser-Anlage Registrierapparat Type D - D. R. P.

Die Venturimesser eignen sich in erster Linie für die Bestimmung der momentanen Durchflußmengen von Wasser, Luft, Gasen und Dämpfen. Infolge des freien Durchgangquerschnittes eignet sich der Messer ganz besonders zur Bestimmung der Wassermengen in größeren Rohrleitungen, weil hierbei niemals eine Betriebsunterbrechung bei einer erforderlich werdenden Reparatur zu befürchten ist. Da der Messer fortlaufend die momentanen Durchflußmengen anzeigt, so eignet er sich vorzüglich zur Bestimmung und Prüfung der Leistungen von Zentrifugalpumpen. Auch für die Betriebskontrolle in größeren Dampfkraftanlagen kann der Messer mit Vorteil Verwendung finden, entweder zur Bestimmung des bei großen Dampfturbinen fortlaufend anfallenden Kondensats oder zur Bestimmung des den Kesseln zugeführten Speisewassers. Der vollkommene Fortfall von irgendwelchen beweglichen Teilen ermöglicht auch die Messung von Schmutz- und Abwässern, sowie von Säuren, Laugen oder sonstigen aggressiven Flüssigkeiten. Ganz besonders hervorzuheben sind die großen Vorteile, die in der Verwendung des Messers zur Bestimmung von Preßluftmengen in Bergwerken und industriellen Anlagen dienen. Auch Dampf- und Gasmengen werden mit dem Venturimesser mit großer Genauigkeit gemessen.

Einen wesentlichen Bestandteil des Venturimessers bildet der Venturi-Anzeige- und Registrierapparat. Für die Anzeige und Registrierung der Durchflußmengen haben sich bei Venturimessern Instrumente mit Quecksilberfüllung in jeder Hinsicht als am zuverlässigsten erwiesen. Mit keiner anderen Konstruktion ist eine solche Empfindlichkeit und Genauigkeit der Anzeige möglich. Es ist bei diesen Instrumenten nur erforderlich, daß der Apparat bei Ueberlastungen gegen das Durchschlagen des Quecksilbers gut geschützt wird, um Beschädigungen des Apparates und Verluste an Quecksilber zu vermeiden. Ganz besonderer Wert ist auf einfache und sicher wirkende Uebertragungen gelegt, um die mechanischen Meßfehler im Instrument fast ganz auszuschalten. Hierdurch ist bei den Instrumenten eine so hohe Empfindlichkeit erreicht worden, daß dieselben bereits bei einem Differenzdruck von 2 bis 5 mm W. S. sicher reagieren. Dies entspricht einer Belastung von etwa 2 bis 3 Prozent der maximalen Leistung. Bei einem Differenzdruck von 15 mm W. S. oder 5 Prozent Belastung erfolgt bereits eine zuverlässige Anzeige des Instrumentes. Im übrigen sei auf den kürzlich herausgekommenen Spezialkatalog 416 „Venturimesser und Registrierapparate" und die Druckschrift „Die Venturimessung von Flüssigkeiten und Gasen" von Obering. W. E. Germer — beide erhältlich bei der Firma Bopp & Reuther Mannheim-Waldhof — hingewiesen. (W 189.)

Digitized by Google

Energiewirtschaft

Vergleich der Wirtschaftlichkeit des Strombezuges aus einem großen Wasserkraftwerk mit der Stromerzeugung durch ein eigenes Kleinkraftwerk.

Oberbaurat Winkler, der sich zu dieser Frage schon 1917 in „Elektrotechnik und Maschinenbau", Heft 32, ausführlich vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit aus geäußert hat, stellt in der „Wasserwirtschaft", Wien 1924 Heft 5 weitere Betrachtungen über den Gegenstand an, welche deshalb bemerkenswert erscheinen, weil man über den heutigen allgemein bekannten Großkraftprojekten den Wert der Kleinerzeugung zu übersehen leicht geneigt sein könnte. Besonders abgelegenere Berggegenden, welche außerhalb des Zuges der Ueberland-Versorgungen liegen, bergen eine Reihe an sich ausbauwürdiger Kräfte, die im gegenseitigen Zusammenschluß mit den größeren Netzen an geeigneten Punkten wirtschaftlich sehr erfolgreich sein können. Der Verfasser untersucht ausführlich rechnerisch an einem Beispiel die Jahreskosten, welche einem Gehöft abseits der allgemeinen Stromversorgung einerseits beim Strombezug aus einem Großkraftwerk, andererseits bei Stromerzeugung aus einer eigenen Anlage mit 6,5 m Gefälle und 6 PS Leistung erwachsen und zwar bei vollständig sachgemäßer, allen Anforderungen Rechnung tragenden Ausführung der eigenen Anlage mit Turbinenregler, also nicht einmal in der so häufig zu treffenden bis zur Mangelhaftigkeit vereinfachten Ausführung. Schon bei dieser kleinen Einzelanlage berechnet sich einwandfrei, daß sie mit dem Anschluß an ein Ueberlandwerk wettbewerbfähig ist, wenn die Länge der Fernleitung vom Verbraucher bis zur Ueberlandleitung 6,5 mal so lange ist als die Länge der Leitung vom Verbraucher zu seiner Eigenanlage. Je näher die Eigenanlage an den Verbrauchsort heranrückt, desto günstiger gestaltet sich natürlich das Verhältnis, welches noch günstiger wird, wenn aus einer Eigenanlage mehrere Verbraucher versorgt werden können, oder wenn es sich überhaupt um die Versorgung eines örtlich begrenzten Gebietes aus einer eigenen Kraft handelt. Eine ausführliche Gegenüberstellung in Tabellenform einerseits für Anschluß an ein 20 000 Volt Ueberlandnetz andererseits für eine Eigenanlage mit 220 oder 2×220 Volt Gleichstrom, für Leistungen zwischen 2 und 10 KW und für jeweils verschiedene Leitungslängen, welche zu einer übersichtlichen Kurvendarstellung der Jahreskosten verwendet ist, läßt ohne weiteres erkennen, in welchen Fällen die Eigenerzeugung wirtschaftlich vorteilhaft ist, d. h wie weit einerseits der nächstgelegene Hochspannungs-Anschluß, andererseits die Kleinwasserkraft vom Verbraucher entfernt gelegen sein darf um gleiche Jahreskosten zu erfordern. Dabei ist aber noch zu beachten, daß de Jahreskosten einer Eigenanlage außerordentlich wenig — man kann sagen praktisch nicht — von der Benutzungsdauer, bzw. von der Menge des erzeugten Stromes abhangen, daß aus einer Eigenanlage also, wenn sie bei gleicher Benutzung wie an fremden Stromanschluß gerade noch wirtschaftlich wäre, die fast ohne Mehrkosten gewinnbare Mehrleistung für an sich splendidere Beleuchtung und Kraftversorgung, für elektrothermische Zwecke (Futterkochen, Raumheizung, und alle sonstigen landwirtschaftlichen und gewerblichen Verwendungen fast nichts kostet und das Bild zu Gunsten der Eigenanlage verschiebt.

Zum gleichen Gegenstand äußert sich in der „Wasserwirtschaft" Nr. 6 lfd. Jhrs. Hofrat Ing. Swetz in ähnlicher Weise, indem er die Stromerzeugung aus einer kleinen Wasserkraft in Vergleich stellt mit kleinen Benzin-Motor- und Dampfanlagen. Diese Darlegungen beziehen sich ihrer Natur nach hauptsächlich auf Gewerbebetriebe und führen zu dem Schlusse, daß auch in diesen Fällen, bei reinem Kraftbedürfnis, die an sich bestehenden geringen Anschaffungskosten eines Verbrennungsmotors in etwa 3 Jahren durch die Betriebseinsparungen einer eigenen Wasserkraftanlage gedeckt sind und hernach de Kraftdarbietung der anfänglich im Ausbau unverhältnismäßig teuer gegenüber dem Verbrennungsmotor erscheinenden Wasserkraft kostenlos zur Verfügung steht.

Die gleichen Ueberlegungen mit ungefähr den gleichen Zahlen gelten selbstverständlich auch ebenso für unsere Verhältnisse. Trotz der in den letzten Jahren weit ausgedehnten Ueberlandversorgung sind heute noch und werden auf längere Zeit oder stets spärlich besiedelte oder geographisch ungünstig gelegene Gebiete ein weites Feld für erfolgreichen Kleinwasserkraftausbau bieten, wenn sich erst die Ueberzeugung in weiteren Kreisen Bahn gebrochen hat, daß die zentralisierte Großkraftversorgung nicht unbedingt und überall das billigste ist, zumal die Ueberlandwerke an der Ueberziehung solcher dünn besiedelter, meist gebirgiger Gebiete mit ihrem Leitungsnetz finanziell häufig keinen Grund zu besonderem Interesse finden dürften. Hier darf dann nicht der Wortlaut irgend eines Gebietabtretungsvertrages gelten, sondern es müssen die wirtschaftlichen Vorteile der Versorgten unvoreingenommen geprüft zu den gleichen Ergebnissen führen, wie sie die besprochenen Arbeiten zeigten. (W 127.)

Spitzendeckung durch Dieselmotoren. Das Elektrizitätswerk der Stadt Bern hat nach der Schweizerischen Techniker-Zeitung 1924, Nr. 25, zur Spitzendeckung auf Grund eingehender Studien zwei Sulzer Dieselmotoren in der Dampfzentrale von Marilli von je 2000 PS Dauerleistung aufzustellen beschlossen an Stelle einer Wasserkraftreserve. Das Interessante daran ist, daß die beiden Maschinen nicht Eigentum der Gemeinde Bern sind, sondern nur gemietet wurden. Der jährliche Mietzins beträgt 176 000 Schw. Fr. bei einem Vorkaufsrecht nach 10 Jahren gegen einen dann noch zu bezahlenden Restbetrag von 180 000 Schw. Fr. Würde an Stelle dieser gemieteten Dieselanlage die Spitzenleistung von den bayerischen Kraftwerken bezogen, so würden die Jahresauslagen rund 540 000 Schw. Fr. betragen, was nach den vorbereitenden Studien eine Verteuerung von 92 000 Schw. Fr. gegen die gewählte Lösung bedeuten würde. (W. 152)

Mehr als ein Drittel der elektrischen Arbeit in den Vereinigten Staaten von Wasserkraft erzeugt. Das lehrt die vom Geological Survey aufgestellte Statistik, deren Ergebnis „Power" vom 17. 7. 23 mitteilt. Im großen ganzen werden zwei Drittel der Energie in den zehn Staaten New York, Massachusets, Pennsylvania, Ohio, West-Virginia, Michigan, Illinois, Kalifornien, Washington und Montana erzeugt, in denen zusammen zwei Fünftel der Bevölkerung wohnen. Während die abgegebene Energie jährlich gewachsen ist — abgesehen von 1921, das einen Rückschritt bedeutete — ist der Anteil der Wasserkraft von 37,5% im Jahre 1919 auf 36,1% im Jahre 1922 gesunken. Bemerkenswert ist, daß die Ausnutzung des Brennstoffs sich von 1,46 kg Kohle/kWh im Jahre 1919 gebessert hat auf 1,14 kg/kWh im Jahre 1922. Dabei ist Oel und Gas auf Kohle umgerechnet, indem 1 t Kohle = $6^2/_3$ hl Oel und 1100 m³ Gas als gleichwertig angesehen wurden. Mit 8000 kcal/kg Kohle ergäbe sich 9100 kcal/kWh; das ist viel in Anbetracht dessen, daß heute in Amerika 4500 bis 5000 kcal/kWh als Regel für die großen Kraftwerke gilt.

Etwa 6‰ allen Stromes wird mit Holzfeuerung gewonnen; 1920 geschah das in 18 Staaten, von denen Oregon, das sonst vornehmlich Gas verfeuert, rd. 100 Mill. kWh mit Holz erzeugt hat. Den meisten Strom erzeugt der Staat New York, mehr als ein Siebentel der Gesamtarbeit; dann folgen Kalifornien und Pennsylvanien mit zusammen einem Sechstel, alle drei Staaten zusammen erzeugen ein Drittel des gebrauchten Stroms. Der Anteil der Wasserkraft in jedem der drei Staaten ist entsprechend drei, fünf und ein Siebentel der Erzeugung, und die Wasserkräfte der drei Staaten zusammen liefern ein Siebentel des gesamten Stroms der Vereinigten Staaten. Daß der Anteil der gesamten Wasserkraft des Landes zweieinhalb Mal so groß ist, kommt daher, daß eine Reihe von Staaten, die ja nur 1 bis 3% der Gesamtarbeit erzeugen, dies fast ganz durch Wasserkraft tun. Dazu gehören z. B. die vier Nordweststaaten Washington, Montana, Oregon, Idaho, im Osten Maine, die beiden Carolina, Georgia und Tennessee. In Massachusets, das 4% des Stroms liefert, ist der Wasserkraftanteil ein Fünftel, während er in Virginia und in den Seestaaten Michigan, Wisconsin und Minnesota zwischen ein und zwei Drittel liegt. Ein Bild von der Größe der Stromerzeugung gibt folgende Uebersicht:

Digitized by Google

In den Ver. Staaten erzeugt:		1919	1920	1921	1922
im ganzen Milliarden kWh		38,9	43,6	41,0	47,7
davon mit Wasserkraft		14,6	16,2	15,0	17,2
mit Kohle, Oel oder Gas		24,2	27,2	25,9	30,2
Zur Stromerzeugung verbraucht:					
Kohle	Mill. t	31,9	33,7	28,6	31,0
Oel	Mill. hl	16,6	19,9	18,2	20,0
Gas	Mill. cbm	606	700	672	769
Auf Kohle umgerechnet:					
Oel	Mill. t	2,5	2,97	2,73	2,99
Gas	Mill. t	0,56	0,64	0,62	0,70

Die Statistik des Geological Survey erfaßt rund 3000 öffentliche Kraftwerke, die je mindestens 10 000 kWh monatlich liefern. Kürzlich wurde das Ergebnis der Elektrizitätsstatistik im ersten Halbjahr 1923 bekanntgegeben. Danach sind von 1. Januar bis 30. Juni 1923 erzeugt $27\,462.10^6$ kWh, davon durch Wasserkraft 37,5% = $10\,276.10^6$ kWh. Durchschnittlich wurden täglich 151,7 Mill. kWh erzeugt, das sind rund 23% mehr als im vorhergehenden Jahr zu derselben Zeit. Der Anteil der Wasserkraft bewegte sich zwischen 34% im Januar und Februar und 41,3% im Mai. Zur Erzeugung der mehr als 17 Milliarden kWh durch Brennstoffe wurden verbraucht. 17,25 Mill. t Kohle, 10 Mill. hl Oel entsprechend 1,5 Mill. t Kohle und 400 Mill. m³ Naturgas entsprechend 0,37 Mill. t Kohle; also für 1 kWh wurden 1,11 kg Kohle gebraucht.

W. Korr.

Rußlands Wasserkräfte. Die Schätzung der Wasserkräfte des heutigen Rußland geht sehr weit auseinander. Im Jahre 1919 wurde eine jährliche Mindestleistung von 19,7 Millionen PS von Prof. Daischa angenommen. Moskwitinow schätzt 1923 die mittlere Jahresleistung auf 41,26 Millionen PS. Die Großkräfte über 10 000 PS mit Ausnahme von Sibirien wurden von Blisnjak und Kopilow 1924 mit 19,4 Millionen angegeben. Im allgemeinen wird man mit einer Mindestleistung von 24,5 Millionen PS und einer neunmonatlichen Leistung von 50 Millionen PS rechnen dürfen. Hiervon waren im Jahre 1913 noch nicht einmal ganz 0,4 Millionen PS ausgebaut (Z. d. V. d. I. 1924, Heft 24, Seite 637). (W. 128.)

Die englischen Wasserkraftwerke. In England wird die Wasserkraft zur Erzeugung elektrischen Stromes hauptsächlich von Aluminiumwerken ausgenutzt. So betreibt die British Aluminium Company u. a. zwei Wasserkraftwerke im schottischen Hochlande, ein kleines in Foyers am Loch Ness und ein erheblich größeres, während des Krieges errichtetes, in Kinlochleven östlich von Fort William. Ein drittes, noch umfangreicheres Werk in derselben Gegend, das sogenannte „Lochaber Scheme", war der Gesellschaft schon 1921 konzessioniert worden, doch hatte sie bisher mit dem Bau noch nicht begonnen, da die Nachfrage nach Aluminium seit dem Friedensschlusse sehr zurückgegangen war. Jetzt will aber die Regierung die Zinsgarantie für ein Baudarlehen von 2 Mill. Lstrl. übernehmen, und die British Aluminium Company beabsichtigt daher, demnächst mit den Arbeiten zu beginnen. Der kürzlich erschienene Jahresbericht der British Aluminium Company weist eine erhebliche Besserung gegenüber 1922 auf. Der Reingewinn beträgt diesmal 363 000 Lstrl. gegenüber 229 000 Lstrl. im Vorjahre.

Ein anderes ähnliches Unternehmen, die Aluminium Corporation (Kapital 440 000 Lstrl., Obligationen 308 000 Lstrl.) betreibt ein Wasserkraftwerk in Dolgarrog (Nord-Wales). Ein weiteres Kraftwerk in derselben Gegend ist das in Com Dyli, das die Wasserkräfte des Lake Llydaw am Abhange des Snowden ausnutzt. Diese Anlage gehört der North Wales Power Co. (Kapital 324 000 Lstrl., Obligationen 500 000 Lstrl.), die in engen Beziehungen zur Aluminium Corporation steht. Der North Wales Power Co. ist unter der neuen Electricity Act die Versorgung von ganz Nord-Wales mit elektrischem Strome übertragen worden. Das Werk in Dolgarrog wird daher jetzt erweitert und eine neue große Anlage in Maentwrog errichtet. Auch hier hat die Regierung auf Grund der Trade Facilities Act eine Bauanleihe des Unternehmens in Höhe von 1 700 000 Lstrl. gewährleistet.

Die soeben aufgezählten wenigen Anlagen sind alles, was Großbritannien bisher an Wasserkraftwerken besitzt. Im eigentlichen England (abgesehen von Schottland und Wales) gibt es solche Werke nennenswerten Umfangs bisher überhaupt nicht. Von geplanten Anlagen ist nur das sogenannte „Grampian Scheme" nördlich von Dundee zu erwähnen, das 1922 der British Italian Corporation konzessioniert wurde. Die Konzession ist inzwischen an die Power Securities Corporation übergegangen. Mit dem Bau wird einstweilen jedoch nicht begonnen, da es bisher an Abnehmern für den Strom fehlt. (W. 94.)

Das Projekt der Dnjepr-Nutzung.[1]) An den Stromschnellen des Dnjepr zwischen den Städten Jekaterinoslaw und Alexandrowsk kann das größte Wasserkraftwerk Rußlands und Europas geschaffen werden.

Auf dieser Strecke (90 km) hat der Dnjepr ein Gefälle von 37 m bei einer Wasserführung von cbm/sec:

	Maximum	Minimum	Mittel
Hochwasser	20 395	2 749	7 847
Mittelwasser	2 942	1 010	1 632
Niederwasser	845	194	386

Diesen Angaben liegen fortlaufende Beobachtungen und Messungen der Jahre 1857—1918 zu Grunde.

Projekte zur Ausnützung dieser Wasserkraft im Zusammenhange mit den Plänen zur Schiffbarmachung des Dnjeprs und der Schaffung eines Ostsee—Schwarzmeer-Großschiffahrtsweges (Riga—Cherson) sind in den letzten Jahrzehnten vor dem Kriege viele entstanden.

Während die älteren Projektverfasser mehrere Staustufen vorsahen, soll nach dem neuesten Projekt, das unter der Leitung von Professor Alexandrow ausgearbeitet wird, das ganze Gefälle in einer Stufe konzentriert werden.

Hierzu ist die Errichtung eines Stauwerkes unterhalb der Stromschnellen bei der Kolonie Kitschkas vorgesehen.

Die Höhe des massiven Teils der Anlage beträgt 35,05 m über Fußsohle, der bewegliche Teil ist 8,5 m hoch; das Nutzgefälle schwankt von 30,83 m bis 36,83 m.

Für den Vollausbau sind 13 Maschinensätze von je 35 000 kW vorgesehen, sodaß die Gesamtleistung 455 000 kW betragen wird — zuerst sollen nur 6 Sätze mit einer Leistung von 210 000 kW aufgestellt werden. Es soll Drehstrom von 11 000 Volt Spannung erzeugt werden.

Am Stauwerk ist eine Schleusentreppe von vier Stufen vorgesehen, die den Durchgang von Schiffen mit einem Tiefgang von 4,2 m ermöglichen soll. Die nutzbare Länge jeder Schleuse ist 235,5 m, die nutzbare Breite 17,0 m.

In weiterer Zukunft soll an der Schiffbarmachung des Dnjeprs gearbeitet werden, Eisenbahnen nach dem nahen Erz- und Kohlengebiet gebaut werden, große Strecken Landes bewässert und entwässert werden.

In seinem ganzen Umfang ist das Projekt von einer überwältigenden Großartigkeit; wenn die Verhältnisse in Rußland die Aufnahme einer jährlichen Erzeugung von über zwei Milliarden kWSt sicherstellen werden, wird die Anlage auch einen sehr guten Gewinn abwerfen können.

Einen besonderen Vorzug für das Dnjeprwerk bietet die Nähe des erz- und kohlenreichen Donezgebietes, das erstens unter normalen Verhältnissen sehr bedeutende Energiemengen verbraucht, zweitens auch die Anlage von sehr wirtschaftlichen Kohlenkraftwerken ermöglicht, die zur Ergänzung des Dnjeprwerks dienen können. (W. 183.)

Asynchron-Anlagen zur Versorgung ländlicher Bezirke finden auch in Frankreich (nach E. u. M., Wien, 1924, H. 22, S. 145) mehr und mehr Beachtung. Eine Genossenschaft, welche ein Dampfwerk von 300 kVA Leistung, ein Wasserkraftwerk von 125 kW und zwei solche von je 30 kW in der üblichen Ausführung besitzt, wobei eine Wirtschaftlichkeit des Betriebes infolge der hohen Bedienungskosten dieser vier Anlagen nicht zu erreichen war, hat die Wasserkraftwerke durch Einbau von Asynchron-

[1]) Nach Prof. J. Alexandrow: Le projet de l'utilisation du Dniepre. Druckschrift No. 78 der I. Weltkraftkonferenz.

Digitized by Google

Generatoren und Fernsteuerung vom Hauptkraftwerk aus umgebaut und damit hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Betriebsführung die besten Ergebnisse erzielt. Das Oeffnen der Turbine und Einschalten des Generators erfolgt durch zwei Gleichstrom-Hilfskreise über vorhandene Telephondrähte mittels Relais. Nach Erreichen der asynchronen Geschwindigkeit besorgt ein Zentrifugalschalter das Einschalten des Asynchron-Generators. Die Füllung der Turbine kann vom Hauptwerk aus durch das Anlaß-Relais verändert werden. Die Leistung des Asynchron-Generators wird im Hauptwerk an einem Wattmeter gemessen, dessen Strom dem Gleichstrom in den beiden Hilfsdrähten übergelagert ist. Gegen Durchgehen schützt ein weiterer Zentrifugalkontakt. Die Asynchron-Generatoren über 20 kW sind mit Phasenkompensatoren für cos. $\varphi = 0.95$ voreilend ausgerüstet. Der Strompreis konnte auf etwa die Hälfte jenes benachbarter ähnlicher Ueberlandzentralen herabgesetzt werden und die betreffende Genossenschaft erweitert auf Grund der guten Erfahrungen ihr Netz durch Zufügung einer Reihe weiterer Gefällsstufen. Auch in Schottland greifen die Bestrebungen, die großen und kleinen Wasserläufe der schottischen Hochebene auf möglichst billige Weise auszunützen, nach dem Vorschlag von Professor Baity durch Einführung von Asynchronanlagen weiter. Auch dort ist das Anlassen und Abstellen aus der Ferne von einer Hauptkraftanlage aus vorgesehen, so daß sich die Ueberwachung nur auf gelegentliches Nachsehen des mechanischen Teiles erstreckt. Asynchronanlagen haben auch in Amerika für Leistungen bis zu mehreren 1000 kW und neuerdings im Betriebe der schweizerischen Bundesbahnen am Gotthard Eingang gefunden. Ueber letztere Anlage wird noch berichtet werden. (W. 172) Rdl.

Elektroheizung. Während bei uns die Ausbreitung der elektrischen Heizung noch immer — wenige Werke ausgenommen — durch völligen Mangel an geeigneter Tarifgestaltung seitens der Stromlieferer gehemmt wird, hat z. B. das Elektrizitätswerk der Stadt Genf eine Ausstellung elektrischer Kochapparate eröffnet mit dem Zweck, den Gebrauch der Apparate und den Tarif in weiten Kreisen bekannt zu machen, zumal dort, wo bereits elektrische Energie vorhanden, Gas aber nicht verfügbar ist. Um die Einführung des elektrischen Kochens zu erleichtern, gibt das Werk außer billigem Tarif auch noch Beiträge zur Beschaffung der Apparate. — Und bei uns? (W 185) Rdl.

Kurze Nachrichten

Deutschlands größter Schleuseubau. Der A.-G. für Beton- und Monierbau ist die Ausführung der Schleuse bei Anderten, unweit Hannover, im Mittellandkanal, übertragen worden. Diese Anlage wird die größte Schleuse Deutschlands werden; sie hat eine Gesamtlänge von 256,90 Meter und eine Breite von 45,40 Meter. Verbaut werden 137 000 Kubikmeter Beton und Eisenbeton, darunter 4000 Tonnen Rundeisen. Die Baukosten sind auf 4½ bis 5 Millionen Mark veranschlagt, darunter 2½ Millionen Mark für Baustoffe. Als Bauzeit sind zwei Jahre vorgesehen. (W 184)

Geschäftliches

Ausbau der Vorarlberger Wasserkräfte. Die „Illwerkegesellschaft m. b. H." soll unter Beteiligung der Länder Vorarlberg, Württemberg und Schweiz gegründet werden, wie das „Neue Wiener Journal" berichtet. Beiläufig 15% des Kapitals stellt das Land Vorarlberg, der Rest wird auf die Aktiengesellschaft „Bündner Kraftwerke" und die „Oberschwäbischen Elektrizitätswerke" sowie das „Großkraftwerk Württemberg" verteilt. Laut eines besonderen Bundesgesetzes wird das Betriebskapital in Schweizer Franken eingezahlt. Drei Viertel des Stromabsatzes werden nach Württemberg geleitet, der Rest bleibt in Vorarlberg. Ferner verpflichtete sich die in Gründung begriffene „große Gesellschaft" dem zweiten Wasserkraftunternehmen des Landes, der „Vorarlberger Landes-Elektrizitäts-A.-G.", auch die „kleine Gesellschaft" genannt, einen Kredit von 1 000 000 Schweizer Franken zu gewähren. Die Oberschwäbischen Elektrizitätswerke kamen dieser Verpflichtung in Höhe von 430 000 Franken nach, ebenso das Großkraftwerk Württemberg, während die „A. C. Bündner Kraftwerke" erst vor kurzem in Zahlungsschwierigkeiten geraten ist und von ihrer Quote bis jetzt nur 140 000 Franc auszahlte.

Die Betriebsanlagen sollen die Wasserkräfte des oberen Illgebietes sowie des Lünerseebeckens erfassen. Nach einer gewissen Betriebszeit soll die Rentabilität der Gesellschaft m. b. H. geprüft werden und das Unternehmen gegebenenfalls in eine Aktiengesellschaft verwandelt werden. (W. 200)

LHL-Ausstellung Leipziger Herbstmesse. Auf dem Gelände der Technischen Messe hinter Halle 11 stellt die Firma Linke-Hofmann-Lauchhammer-Aktiengesellschaft ihre Erzeugnisse im eigenen Pavillon wieder in umfangreichem Maße aus. Unter den gezeigten Schaustücken werden eine Industrielokomotive von 225 PS, ein Holzkastenkipper, Eisenbahnradsätze verschiedener Spurweiten, Rohrschlangen und Ueberhitzer in Original-Ausführung, Schmiedestücke, Schrauben und Nieten usw. großes Interesse finden. Das LHL-Werk Lauchhammer ist mit zahlreichen sanitären Gegenständen (Badewannen, Reihenwaschanlagen, Becken) in der bekannten Porzellan-Emaille „Kalypso" vertreten. Besondere Aufmerksamkeit wird auch das betriebsfertige Modell einer großen Papiermaschine des LHL-Füllnerwerks, für das Deutsche Museum in München bestimmt erwecken. Angeschlossen sind außerdem die Ausstellungen des Silesia-Stahlwerkes (OEI) und der Lauchhammer-Rheinmetall A.-G. (LRA). Ersteres zeigt Qualitätsproben ihres Baildonstahls, letztere Pläne und Modelle von ausgeführten Eisenhoch-, Behälter- und Schiffsbauten, sowie von Erzeugnissen ihrer Abteilungen Maschinenbau in Düsseldorf und Lauchhammer. Ferner ist noch die Sonderausstellung des LHL-Archimedes-Werkes im Estihaus, Stand Nr. 3, zu erwähnen. (W. 196.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Be- und Entwässerung. Bau der größten Bewässerungsanlage der Welt in Indien. Engineering News Record Nr. 21 v. 22. 5. 24, S. 904 ff.; 2 Abb. (Angaben der Hauptdaten der am Indus im Entstehen begriffenen Anlage für die Bewässerung von 2,5 Mill. ha; der 1,6 km lange Lloyd-Damm aus 66 Gewölben von je 18 m Spannweite und 56 m max. Höhe staut 750 Mill. m³ Wasser; 1350 km Hauptkanäle und 1900 km Nebenkanäle; Bauzeit 3 Jahre, Gesamtkosten 50 Mill. Dollar.)

Elektrochemie. Die Entwicklung der elektrochemischen Industrie in den Jahren 1913 bis

Digitized by Google

1923. Von Dr. Müller, Jajce. Elektrotechnik und Maschinenbau Wien 1924, H. 28, S. 437—442. (Verfahren durch Elektrolyse wässriger Lösungen, insbesondere für Chlor u. Aetznatron. Raffinade von Schwermetallen [Kupfer, Zink, Eisen, Zinn, Chrom], Wasserstoffherstellung, Elektroosmose [Tonreinigung], Schmelzfluß-Elektrolyse [Aluminium-Herstellung], Magnesium-Gewinnung.) H. 29, S. 458—463. (Elektrothermische Verfahren: Carbid, künstl. Grafit, Metallurgie, Stickstoff; Entstaubung und Gasreinigung.)

Wasserversorgung. Weitere städtische Rohrleitungen der Catshill-Wasserleitung. Von W. E. Spear. Engineering News Record Nr. 20 v. 15. 5. 24, S. 838—841; 6 Abb. (Beschreibung von Linienführung, Verlegen und Konstruktion der 1,80 m ⌀ genieteten Stahlrohre in Brooklyn und des gußeisernen Dückers unter der New-Yorker Hafeneinfahrt.)

— Verlegen großer Wasserleitungsrohre durch Sümpfe in New Orleans. Von J. T. Eastwood. Engineering News Record Nr. 20 v. 15. 5. 24, Seite 854—856; 6 Abb. (Mitteilung über die den besonderen Verhältnissen angepaßten Beförderungsmittel, Verlegungs- und Lagerungsart der 1,0—1,5 m ⌀ gußeisernen Rohre.)

Wasserbau. Unwirksamkeit der Bogenform bei schwach gekrümmten Schwergewichtsstaumauern. Von B. E. Jakobsen. Engineering News Record Nr. 21 v. 12. 6. 24, S. 1020—1023; 2 Abb. (Verder Staumauer im Grundriß; schwache Krümmung wird als schädlich für die Standsicherheit hingestellt, auf eine Bogenwirkung kann nicht gerechnet werden, es werden nur die Anlagekosten verteuert.)

— Elektro-hydraulische Baggerungen an den Illinois-Uferdämmen. Engineering News Record Nr. 22 v. 29. 5. 24, S. 944/45; 3 Abb. (Erhöhung der Illinois-Uferdämme und Zuschütten sumpfiger Niederungen mittels elektrisch betriebener Saugbagger; Gewinnung des Materials im Fluß; Beschreibung der Anlage.)

— Hydraulischer Bagger mit gezahntem Schneidekopf. Von V. J. Milkowsky. Engineering News Record Nr. 24 v. 12. 6. 24, S. 1016—1017; 4 Abb. (Beschreibung der hydr. Baggeranlage für die Vertiefung des Welland-Flusses als Teil des Kraftkanals der Chippawa-Wasserkraftanlage; besonders konstruierter schwerer Schneidekopf, Transport des Baggergutes auf 1,5 km Weite.)

— Versuche zur Feststellung der Druckverluste in Normalrohren und Kniestücken. Von Lyen Perry. Engineering News Record No. 22 v. 29. 5. 24, S. 940; 2 Abb. (Beschreibung der Versuchsanordnung und Mitteilung der Ergebnisse in Diagrammform.)

— Herstellung der (Eisenbeton)-Rohre für die Spavinaw-Wasserkraftanlage. Engineering News Record No. 21 v. 22. 5. 24, S. 899—902; 8 Abb. (Beschreibung der Einrichtung der 18 ha großen Baustelle bei Verdigris für die Herstellung der 1,50 m ⌀ Eisenbetonrohre der 80 km langen Leitung der Spavinaw Wasserversorgungsanlage für Tulsa, Okla. Angabe über Konstruktionseinzelheiten, Stoßstellenausbildung und die Vorgänge bei der Massenherstellung.)

Wasserkraftanlagen. Das Wasserkraftwerk von Chancy-Pugny an der oberen Rhone. Von Ch. Dautin. „Génie Civil. 1924 85. Bd. No. 1, S. 1—10. 13 Abb. 1 Tafel. (Eingehende Beschreibung der Ausführung der Bauanlage besonders des bautechnischen Teils.)

— Der Einfluß der Höhenlage des Betriebsortes über dem Meeresspiegel auf verschiedene Gebiete der Projektierung. Von Dr. Ing. Lubowsky. — A. E. G.-Mitteilungen 1924, H. 6, S. 191—193 und H. 7, S. 206—213, m. 13 Abb. (Einfluß der Meereshöhe und damit des Luftdruckes, der Wärmleitfähigkeit und Durchschlagsfestigkeit der Luft auf elektr. Maschinen, Apparate und Freileitungen hinsichtlich Belastbarkeit und Spannung, auf Wasserkraftmaschinen (Saughöhe), Verbrennungskraftmaschinen (Leitung), Pumpen (Saughöhe) und Ventilatoren, Schornsteine und Kessel (Zug) an Hand von Kurven.)

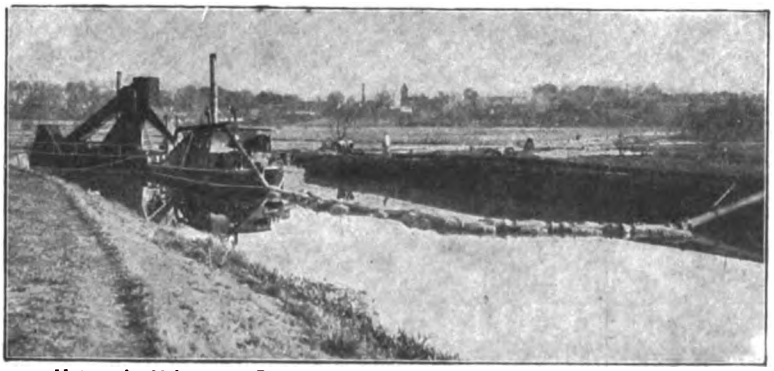
— Die Kosten von Wasserleitungsrohren für vier verschiedene Materialien. Von Dr. H. Manry. Engineering News Record No. 25 v. 19. 6. 24, S. 1052—1054; 3 Tab. (Kostenschätzungen für lange Leitungen großen Durchmessers; Vergleich zwischen Stahl, Gußeisen, Eisenbeton und Holz für verschiedene Drucknöhen; Holz ist nur bis 60 m Druck am billigsten, wird dann vom Eisenbeton unterboten.)

Wasserkraftmaschinen. Die Spurlager der Turbinen der „Mittleren Isar A.-G." Von Diplomingenieur Stock, München. „V. D. I.-Nachr." 1924 No. 24, 1 Abb. (Angaben über die von F. Neumeyer A.-G. ausgeführten Segmentspurlager für die sieben Einradturbinen mit stehender Welle von je 13 000 PS Leistung für die Kraftwerke Aufkirchen und Eitting der Mittl. Isar A.-G.)

ADRESSEN aller Branchen aus Deutschland u. Ausland

Adressen-Verlag „Bavaria" München Fürstenfelderstraße 13 Telefon 23184

Größter Adressen-Verlag Süddeutschlands * Eigene Buch- und Reklame-Druckerei



„Universal"-Meliorations-Bagger arbeitend: mit gelenkartig angekuppeltem Spülschiff zum Aufspülen größerer Flächen und Entfernungen

Bagger- u. Schiffswerft G. m. b. H.
vorm. R. A. Wens & Co.
Spandau, Burgwall 5
Abt. Baggerbau
Universalbagger mit verschiedenartigen Fördervorrichtungen für Meliorationen mit Motor- und Dampfantrieb
Type I 8—12 cbm Stundenleistung eff.
Type II 15—20 cbm Stundenleistung eff.
Type III 20—34 cbm Stundenleistung eff.
Schwimmbagger, Trockenbagger, Elevatoren
Spülschiffe, Schutensauger
Schiffbau, Maschinen- und Kesselbau
Generalvertrieb:
Verkehrsmittel-Vertriebs- u. Baugesellschaft m. b. H.
Berlin W. 35, Lützowstr. 22. Fernspr. Lützow 4843/44

Digitized by Google

— Versuche über die Festigkeit von Bleidichtungen an Wasserrohrstoßdichtungen. Von J. H. Quense. Engineering News Record No. 20 v. 15. 5. 24, S. 867/68; 3 Abb., 2 Tab. (Mitteilung der Versuchsanordnung und der Versuchsergebnisse zur Feststellung der Achsialkräfte, die von den Bleieinlagen der Dichtungen aufgenommen werden können.)

— Schweißender Stöße und Verlegen einer genieteten Stahlrohrleitung. Von G. W. Pracy. Engineering News Record No. 20 v. 15. 5. 24. S. 851—853; 4 Abb. (Beschreibung der von der Spring Valley Water Co. St. Francisco angewandten Verlegungsarten mittels Dreifuß bis 5 Prozent Neigung und mittels Gerüsten bei stärkerer Neigung; Beschreibung einer Vorrichtung zum Streichen der Innenflächen der geschweißten Stoßstellen.)

Wasserkraftnutzung. Die Iller und ihre Wasserkräfte. Von Geh. Oberbaurat Dr. ing. Schmick, München. „Bayer. Ind. u. Hand. Ztg." 1924 No. 24, S. 453—454, 1 Abb. (Angaben über den fertigen Entwurf für die Ausnützung des oberen Teils der Flußstrecke bis Ferthofen. Die ausnützbare mittlere Kraftleistung der gesamten Iller beträgt 123 600 PS.)

— Riesensammelbecken für Wasserkraftzwecke in Australien. „Z. d. V. d. I." 1924 No 30, S. 789 nach Engineering Bd. 117, S. 355 u. 451. (Angaben über das 1410 Mill. m³ fassende Sammelbecken für die Wasserkraftanlage am Great Lake im Staate Tasmanien.)

Leonardo der Techniker und Erfinder. Von Franz M. Feldhaus. Drittes und viertes Tausend, 169 Seiten mit 10 Tafeln und 131 Abbildungen. Verlag Eugen Diederichs, Jena, 1922. Preis broschiert Mk. 7.50, gebunden Mk. 9.50.

In kaum einem Zweig der Künste und Wissenschaften ist die Kenntnis der geschichtlichen Entwicklung so wenig behandelt und so wenig allgemein bekannt, wie gerade in der Technik, obwohl doch auf diesem Zweig der Betätigung des menschlichen Geistes schon seit der Zeit der Urmenschen der ganze Aufschwung des Menschengeschlechtes, den wir Zivilisation nennen, beruht. Aus dem Mittelalter kennt jeder halbwegs Gebildete die Geschichte der politischen und religiösen Kriege, die Kunstwerke und deren Geschichte, von den angewandten Wissenschaften wissen aber die wenigsten mehr, als daß jene Jahrhunderte das Zeitalter der Alchemisten, der Astrologen und der Sucher nach dem perpetuum mobile gewesen seien. Umso dankenswerter ist das Unternehmen des technischen Historikers Dr. M. Feldhaus, über den bedeutendsten Geist jenes Zeitalters und seine Leistungen auf dem Gebiet der Technik einen inhaltsreichen Abriß weiteren Kreisen übermittelt zu haben. Wer in Leonardo bisher nur den Künstler kannte, lernt hier einen, man möchte fast sagen, unkünstlerisch exakt denkenden, seiner Zeit um Jahrhunderte voraus eilenden, nicht handwerksmäßig schaffenden, sondern forschenden, experimentierenden, analytisch vorarbeitenden Geist kennen, der schon

Digitized by Google

um die Wende des 15. Jahrhunderts den „Erfindern" des perpetuum mobile den Satz widmet „O Erforscher der beständigen Bewegung, wie viel eitle Pläne habt ihr bei dergleichen Suchen geschaffen!" und der an einer anderen Stelle die Grundlage der Technik richtig erfaßt: „Keine Gewißheit dort, wo man nicht eine der mathematischen Wissenschaften anzuwenden vermag, oder bei dem, was nicht mit dieser Mathematik verbunden werden kann."

Nach einem gedrängten Abriß seines Lebensganges und seiner Werke gibt das vornehm-altertümlich ausgestattete Buch unter Wiedergabe vieler Handskizzen und kurzen Erläuterungen eine Uebersicht über die Gebiete seiner Betätigung. Festungsbau, Hebezeuge, Trockenbagger, Kanalbauten mit Wehren und Schleusen zur Ueberwindung von Höhenunterschieden, bewegliche Brücken und sogar die Kunststeinfabrikation und eine drehbare Schornsteinhaube zeigen seine Beschäftigung mit dem Bauwesen. Entwürfe zu Geschützen und Geschoßen entsprechen seiner Tätigkeit als Generalingenieur des Cesare Borgia. Auf hydraulischem Gebiete finden wir neben der Schleuderpumpe auch schon die Turbine bis zur modernsten Form des Propellerrades bearbeitet. Werkzeugmaschinen fesselten den Erfinder sichtlich; Gewindebohr- und Schneidmaschinen und das System der Wechselräder finden wir skizziert. Daneben Musikinstrumente, optische Geräte, nivellieren und Höhen messen nebst deren Hilfsmitteln, die kardanische Kompaßaufhängung, ein Schrittzähler beschäftigten seinen Geist, wie seine Skizzen von völliger Ausführbarkeit zeigen. Seine grundlegende Anschauung vom Wert der experimentellen Tätigkeit kennzeichnet sich in seinen Studien über Materialprüfungen und Festigkeitslehre (Knick- und Biegefestigkeit) und führt hinüber in seine Studien über den Vogelflug und über den Maschinenflug des Menschen bis zur Luftschraube als Hilfsmittel zum Aufstieg. Daneben hat Leonardo schon das Problem des Tauchens und der künstlichen Luftzuführung für den Taucher in zahlreichen Skizzen hinterlassen. Darstellungen über Textilmaschinen und maschinelle Fabrikation von Nadeln zeigen seine universelle Tätigkeit, denn welcher Ingenieur würde heute alle Gebiete der Technik umspannen können?

Das Buch, das gerade in seiner Auswahl aus allen Gebieten und in seiner Kürze wertvoll ist, ergänzt die Kenntnis vom Künstler Leonardo in einer Weise, die zu kennen heute im sogen. Zeitalter der Technik jedem Gebildeten sozusagen Pflicht ist. Nicht nur der Laie, mindestens ebenso der Fachmann, dem das stete Vorwärtsdrängen in seinem Sondergebiet keine Zeit zum Rückwärtsschauen läßt, wird dieses Buch über einen der größten Geister mit Genuß lesen. (W 192)

Ruhmesblätter der Technik, von den Erfindungen bis zur Gegenwart. Von Franz M. Feldhaus. II. Aufl., 1. Bd. Mit 225 Abb., 292 Seiten. Verlag Friedrich Brandstetter, Leipzig, 1924. Preis geb. M. 9,—.

Die ersten Sätze meiner vorstehenden Besprechung gelten hier noch weit mehr, da es sich in diesem Buch nicht um Ausschnitte aus der Geschichte der Technik handelt, sondern um einen kurzen Abriß der Geschichte der gesamten Technik, wovon uns der vorliegende erste Band in erweiterter Neuauflage den einen Teil vorführt. Die Kritik sei kurz gefaßt: ich erwarte mit Interesse den zweiten Band. — Von den sog. Wunderwerken der alten Welt und den Versuchen sie zu erklären leitet eine kurze Uebersicht über „Ingenieure, Ingenieurbücher, Ingenieurschulen und Sammlungen" über zur Darstellung der Entwicklung der einzelnen Zweige der Technik bis auf die heutigen Leistungen. Nach der Darstellung der Einrichtungen zum Zeitmessen (Uhren) und Zeitrufen (Glocken u. dgl.) folgen die Kraftmaschinen, als Vorstufe die uralten Treträder für Mensch und Tier. Die zunächst dem Menschen zur Ausnutzung zugänglichen Energieträger, Wasser und Wind, beschäftigen — soweit wenigstens geschichtlich bekannt ist — seit dem Anfang unserer Zeitrechnung die Erfinder in zum Teil recht gelungenen Formen, mag man

SIEMENS-SCHUCKERT
Siemensstadt bei Berlin

Entwurf, Ausführung und Übernahme in Generalunternehmung des baulichen, mechanischen und elektrischen Teiles von
WASSERKRAFT-ANLAGEN

Grundwasserabsenkung, Torkretbau, Gußbeton, Tiefbauten jeder Art und Größe auf Grund langjähriger Erfahrungen

SIEMENS-BAUUNION
G. M. B. H. Kommanditgesellschaft
Berlin SW 11 Schönebergerstraße 3—4 Siemenshaus

Digitized by Google

doch aus manchen Skizzen über Wasserkraftmaschinen schon die Urbilder heutiger Turbinenformen erkennen, die allerdings unbewußt, weil ohne das Rüstzeug der neuesten theoretischen Erkenntnisse, und gefühlsmäßig entworfen waren. Dem Kapitel über das unausrottbare perpetuum mobile — erst unlängst kam mir eine moderne „Erfindung" auf hydraulischem Gebiet unter die Hand, die gar nicht weit davon entfernt war — folgt die Geschichte der Wärmekraftnutzung von Heron an bis zur neuesten Dampf-, Großgas- und Oelmaschine und zur Gasturbine — kurz, aber prägnant, wie das ganze Buch. Die Entwicklung der Elektrizitätslehre schließt sich an; vom vorchristlichen Fuhrwerk werden wir zum Kraftwagen, zur Dampflokomotive, zur Schwebebahn geführt. Das älteste Verkehrsmittel, das Schiff, ist in seiner Entwicklung bis zum Riesendampfer und zum See-Rettungswesen geschildert, ihm folgt der Kompaß, die Tauchgeräte und Tauchboote bis zu ihrer höchsten Entwicklung, die der verlorene Krieg für uns abschnitt.

Der eine Hinweis sei noch gegeben: Das Werk sollte ganz besonders allen im Lehrberuf unserer Mittelschulen Stehenden Anregung sein zur Belebung des geschichtlichen und physikalischen Unterrichtes, denn die jedem Gebildeten unerläßliche Kenntnis der Geschichte besteht weniger in seiner Kenntnis von Jahrzahlen, sondern im Erfassen der Entwicklung der Menschheit, die gewiß weniger durch Kriege als durch Vervollkommnung der friedlichen Hilfsmittel befördert wurde und befördert wird! (W. 202.)

Ing. C. Reindl.

Berichtigung.

Auf Seite 299 „Die größten horizontalen Zwillingsturbinen" wurde versehentlich das Raanaasfosskraftwerk als in Schweden befindlich angegeben. Wir berichtigen, daß diese bedeutende Anlage in Norwegen liegt. (W. 193.)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Oitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 21. Oktober 1924.

60, 15. T. 25 391. Dr.-Ing. Hans Thoma, München, Lachnerstraße 22. Oeldruckservomotor für selbsttätige hydraulische Regler. 17. 5. 21.

60, 15. T. 28 387. Dr.-Ing. Hans Thoma, München, Lachnerstraße 22. Oeldruckservomotor für selbsttätige hydraulische Regler; Zus. z. Anm. T. 25 391. 4. 1. 21.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Gesamtauflage liegt ein Prospekt der Firma EISENWERK WESERHÜTTE AKTIENGESELLSCHAFT BAD OEYNHAUSEN I. WESTFALEN bei, auf den wir unsere Leser besonders aufmerksam machen.

BAHR'S Normograph Schriftschablonen
D.R.P. Auslandspatent. Vom Normenausschuß empfohlener Beschriftungsapp.
Kostenl. Prospekt. Neu! Paustinktur Klementine.
FILLER & FIEBIG,
BERLIN S 42

Eine Anzeige
in der internationalen Zeitschrift „Die Wasserkraft" ist für Sie der
beste Kunden-Werber!

August Wolfsholz
Preßzementbau A-G.
Wiederherstellung und Verstärkung schadhafter Bauwerke :: Dichtung von Tunnels, Docks, Schleusen, Schächten und Behältern :: Rettung von Baudenkmälern, Kirchen und Türmen :: Schwierige Fundierungen und Unterfangungen.
Pressbetonpfähle und Spundwände.
Zementeinpressungen.
Bohr- und Zertrümmerungsarbeiten.
Berlin W 9. Wien I.

Maffei-Turbinen
Öldruck-Regulatoren
G m b H
baut seit Jahren
Maschinenbau-Anstalt Grippelbrunn Kempten Allgäu

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 19 **München, 1. Oktober 1924** **19. Jahrgang**

Über die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete der Wasserkraftgewinnung vom Standpunkte des Bauingenieurwesens.*)

Referat, erstattet auf der I. Weltkraft-Konferenz zu London, von Oberbaurat Dr. Ing. e. h. Karl Innerebner, (Gesellschafter der Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl,) Innsbruck (Wien).

(Wir beginnen damit eine Reihe von Berichten über interessante Referate aus der I. Welt-Kraft-Konferenz zu London 1924.)

1. Einleitung.

Ueberblickt man die gegenwärtig in Oesterreich im Bau befindlichen oder geplanten Wasserkraftanlagen, so ist festzustellen, daß der Errichtung von speicherfähigen Kraftwerken derzeit in wesentlich höherem Maße Beachtung geschenkt wird, als dies in früheren Jahren der Fall war. Diese Tatsache findet in anderer Richtung z. B. auch dadurch Ausdruck, daß der Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie im Juni 1923 einen eigenen Ausschuß für Speicherwerke eingesetzt hat, dessen Aufgabe darin besteht, zur Abklärung einschlägiger technischer und wirtschaftlicher Fragen beizutragen und insbesondere auch für die Verwertung der sogenannten Abfallenergie in Speicherpumpwerken zu werben. Auch die anderen Staaten machen sich ähnliche Bestrebungen geltend.

Die Gründe hierfür liegen darin, daß man sich heute immer mehr und mehr der außerordentlichen technischen und wirtschaftlichen Vorzüge bewußt geworden ist, welche die elektrische Kupplung von speicherfähigen mit nicht speicherfähigen Wasserkraftanlagen darbietet. Noch zur Zeit der Errichtung des Löntsch-Werkes (Schweiz), d. i. vor 25 Jahren, erschien der dort ausgeführte Gedanke des Zusammenarbeitens dieses Speicherwerkes (mit dem Klöntalersee als Speicherbecken) mit einem 85 km entfernten nicht speicherfähigen Werk (dem Beznauwerk) als sehr gewagt, heute ist er Gemeingut geworden.

Die technischen und wirtschaftlichen Vorteile eines derartigen Zusammenarbeitens von Speicherwerken mit nicht speicherfähigen Anlagen sind so bekannt, daß hier darauf nicht näher eingegangen zu werden braucht. Dagegen steht mit der Errichtung von Speicherwerken eine Reihe von Fragen baulicher Richtung in Verbindung, welche im folgenden kurz erörtert werden sollen.

2. Anzapfung bestehender natürlicher Seebecken.

Um ein bestehendes natürliches Seebecken als Speicherraum ausnützen zu können, ist die Einrichtung für die Entnahme des Betriebswassers in einer solchen Tiefe unter dem ursprünglichen Seespiegel anzulegen, wie sie dem im künftigen Betriebe vorgesehenen tiefsten Seespiegel zuzüglich einer hinreichend großen Sicherheitshöhe entspricht. Die Entnahme des Wassers erfolgt entweder durch eine Rohrleitung, häufiger indessen durch einen Stollen. Um nun den Anschluß der Entnahmeleitung an das Seebecken zu bewerkstelligen, können folgende vier Wege eingeschlagen werden:

a) Wo es die örtlichen Verhältnisse erlauben, senkt man den See so tief ab, daß die für den Anschluß erforderlichen Bauarbeiten ohne Wasserbelästigung vorgenommen werden können. Das Absenken des Sees kann hierbei durch Auspumpen, oder aber durch Ablassen des Seeinhaltes durch eines Entleerungsstollen erfolgen. Durch Auspumpen wird gegenwärtig der Davosersee (Schweiz) zwecks Errichtung des Kraftwerkes Davos-Klosters der Bündner Kraftwerke um 34 m abgesenkt.[1]) Ein eigener Entleerungsstollen dagegen wurde u. a. angelegt bei der Absenkung des Ritomsees (Schweiz) anläßlich der Erbauung des Ritomwerkes der schweizerischen Bundesbahnen[2]), ferner zur Entleerung des Spullersees (Oesterreich), der als Speicher für das Spullerseekraftwerk der österreichischen Bundesbahnen dient.[3])

Es ergibt sich mithin bei dieser Ausführungsweise die Notwendigkeit, von der Landseite her einen Stollen gegen den See vorzutreiben, der um das Maß der gewünschten Absenkung unter dem Seespiegel liegt, und diesen Stollen hierauf durchzuschlagen; beim Ritomsee lag der Stollen 30 m, beim Spullersee 11 m unter der Seeoberfläche.

b) Wo eine vorherige Absenkung des Sees auf zu große Schwierigkeiten stößt, kann der Anschluß der Entnahmeleitung auch unmittelbar dadurch bewirkt werden, daß man den Stollen selbst, durch den das Betriebswasser dem Wasserschloß zugeführt wird oder in dem die Entnahmeleitung verlegt ist, zum See hin durchschlägt. Dies geschah z. B. beim früher erwähnten Klöntalersee (Schweiz)[4]), beim Pochartsee (Oesterreich), der zwecks Ausnützung in einer Kraftanlage der Gewerkschaft Radhausberg 6 m unter seinem ursprünglichen Wasserspiegel angezapft wurde[5]) und beim Fullysee (Schweiz), bei dem der Stollen zwar 27 m unter dem natürlichen Wasserspiegel zum Vortrieb gelangte, der Durchschlag aber wegen der ungünstigen Uferbeschaffenheit in nur 10 m Tiefe vorgenommen werden mußte.[6])

c) Bei nicht zu großer Tiefenlage der Entnahmestelle unter dem Seespiegel oder beim Fehlen eines festen, aus Fels bestehenden Vorlandes kann das Einlaßbauwerk auch in offener Baugrube ausgeführt und der Anschluß an den See durch Wegbaggern des vorgelagerten Erdkörpers erfolgen. Ein derartiger Vorgang wurde bei der Anzapfung des Walchensees (Bayern) eingehalten[7]) und wird möglicherweise auch beim Achenseewerk der Tiroler Wasserkraftwerke-A.-G. für den Achensee (Oesterreich[8]) Anwendung finden; im ersteren Falle liegt die Entnahmestelle 10 m, im letzteren 14 m unter dem Seespiegel.

d) Endlich kann die Wasserentnahme auch über dem Seespiegel, und zwar unter Zuhilfenahme der Heberwirkung erfolgen. Derartige Lösungen wurden angewendet beim Kubelwerk (Schweiz) anläßlich der Verlegung eines zweiten

*) Aus: „Die Wasserwirtschaft", Wien, 1924, Heft 14 und 15, mit Genehmigung des Verfassers.

[1]) Schweiz. Bauzeitung 81 (1923), S. 84.
[2]) Schweiz. Bauzeitung 69 (1917), S. 238.
[3]) Zeitschrift des Oesterr. Ing.- u. Arch.-Vereines 72 (1920), S. 197; Schweiz. Bauzeitung 76 (1920), S. 7. Die Baudurchführung dieser Wasserkraftanlage ist einschließlich der Ausarbeitung der Baupläne der Bauunternehmung Zivilingenieure Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck-Wien, übertragen.
[4]) Schweiz. Bauzeitung 55 und 56 (1910), S. 15 des Sonderabdruckes.
[5]) Festschrift des Oesterr. Ing.- u. Arch.-Vereines aus Anlaß der Feier seines 75jährigen Bestandes, 1923, S. 49.
[6]) Schweiz. Bauzeitung 80 (1922), S. 247.
[7]) Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 67 (1923), S. 36.
[8]) Elektro-Journal 1 (1921), Novemberheft; der Entwurf wurde von der Bauunternehmung Zivilingenieure Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck-Wien, ausgearbeitet.

Digitized by Google

Druckrohrstranges[9]) und beim Brusiowerk (Schweiz)[10]), wo man indessen die Heberanlage wieder aufgelassen und doch zur unmittelbaren Anzapfung gegriffen hat, weil sich immer wieder Betriebsstörungen ergaben. Aus diesem Grunde wurde auch für das früher erwähnte Achenseewerk von einer derartigen Lösung, die auch dort in Erwägung gestanden war, Abstand genommen.

Die Anzapfung eines natürlichen Seebeckens durch einen unter dem Seespiegel von der Landseite her vorgetriebenen Stollen, der nach dem oben Ausgeführten entweder nur zur Absenkung oder aber gleichzeitig auch zur Entnahme dient, besitzt vor den anderen aufgezählten Lösungen besonderes Interesse, handelt es sich doch dabei um eine sehr verantwortungsvolle Arbeit; ein nur teilweises Gelingen der Sprengung, wodurch dann umständliche Nacharbeiten erforderlich werden (Klöntalersee) oder Ueberraschungen geologischer Art, die ein Verlassen des ursprünglichen Projektgedankens erzwingen können (Fullysee), sind nie ganz ausgeschlossen. Es sollen daher, um diesen Abschnitt zu beschließen, kurz die Maßnahmen beschrieben werden, die für die Anzapfung des Spullersees getroffen wurden, und die dabei gemachten Erfahrungen Erwähnung finden.

Beim Spullerseewerk gelangte ein eigener Anzapfungsstollen zur Ausführung, durch den der Spullersee 11 m unter seinem ursprünglichen Spiegel angefahren und um 11 m abgesenkt wurde, um so den Oberwasserstollen vortreiben und die größere der beiden notwendigen Staumauern im Trockenen gründen zu können. Der Anzapfungsstollen durchfährt hierbei den Felsriegel, der das Becken des Spullersees nach Süden hin vom Spreubachtale scheidet; auf diesem Felsriegel kommt auch die erwähnte Staumauer zur Errichtung, wobei der Anzapfungsstollen späterhin als Grundablaß dienen wird.

Der Stollen ist 90 m lang und steigt von der Landseite gegen den See zu mit 4‰ an. 12 m vom landseitigen Stollenmundloch wurde ein Schacht ausgeführt, in welchem eine Regulierschütze zur Aufstellung gelangte. Das im festen Fels ausgebrochene, vorerst unverkleidet gebliebene Profil besitzt einen Querschnitt von etwa 4 m². An der Durchschlagstelle hatte man sich durch Sondierungen, die während des Winters von der Eisdecke des Sees aus durchgeführt worden waren, so gut es ging über den Verlauf des Felsgrundes Aufschluß verschafft; eine genaue Festlegung war indessen nicht möglich, weil der Fels an der Wasserseite unter einer Neigung von 45° steil in die Tiefe untertauchte und, wie sich später zeigte, an der Durchschlagstelle von einer 9 m mächtigen Schlamm- und Lettenschichte überlagert war.

Nachdem der Stollen auf eine Länge von 88 m vorgetrieben worden war, ließen Probelöcher, die in der letzten Zeit regelmäßig vor jedem neuen Angriff vorgebracht wurden, erkennen, daß die Felswand an der Firste nur mehr 0,80 m und an der Sohle 2,10 m stark war; es konnte daher — früher als man ursprünglich erwartet hatte — an die Schlußsprengung geschritten werden. Zu diesem Zwecke wurde die Stollenbrust mit 32 Bohrlöchern besetzt, mit 35 kg Dynamit geladen und am 22. Mai 1920 die Ladung auf elektrischem Wege gezündet.

Der mit großer Spannung erwartete Wasserdurchbruch trat jedoch nicht ein. Nachdem sich die Rauchschwaden verzogen hatten, wurde die vor der Sprengung bis etwa 0,40 m über Stollensohle herabgesenkte Regulierschütze hochgezogen und die Stollenbrust eingehend untersucht. Hierbei zeigte es sich, daß die trennende Felswand verschwunden war, aber die mächtige, der Durchschlagstelle vorgelagerte Lettenschichte, die nunmehr vollständig bloß lag, versperrte vorerst noch dem Wasser den Weg; ein am selben Tage noch unternommener Versuch, diese Schichte durch Sprengschüsse zu zerstören, blieb erfolglos.

Des Pfingstfestes wegen wurde an den beiden folgenden Tagen nichts weiter unternommen. Selbstverständlich ließ man, um vor Ueberraschungen sicher zu sein, die Schütze wieder bis auf 0,40 m von der Sohle herunter und machte sie in dieser Stellung fest.

Als am 25. Mai die Arbeiten wieder aufgenommen wurden, zeigte es sich, daß die Lettenmasse durch den Wasserdruck 5 m weit in den Stollen hineingepreßt worden war. Weitere Sprengungsversuche, die unter Verwendung von 5 m langen, einzölligen, mit je 5 kg Dynamit geladenen Gasrohren durchgeführt wurden, welche man in die Lettenmasse eintrieb, blieben erfolglos.

Am Morgen des 26. Mai fand der Aufseher den Letten bereits 15 m weit in den Stollen vorgerückt und hörte ein verdächtiges Geräusch. Er brachte sich rasch in Sicherheit und bald darauf erfolgte der Durchbruch des Wassers. Die Regulierschütze war bis auf 0,90 m von der Sohle herabgesenkt.

Die anfangs zum Abfluß gelangende Wassermenge betrug etwa 15 m³/sek., verminderte sich aber noch im Laufe des Tages auf etwa 10 m³/sek., da mitgerissenes Blockwerk den Stollen zu verstopfen begann. Anfangs sank der Wasserspiegel um 0,10 m in der Stunde. Nach zwei Tagen war der Seespiegel um 4 m, nach sechs Tagen um 6 m und nach vierzehn Tagen um 8 m gesunken. Die weitere Absenkung ging nur sehr langsam vor sich, weil wiederholt Verklausungen des Stollens eintraten, die indessen immer wieder unschwer behoben werden konnten. Nachdem die Absenkung vollzogen war, wurde der Stollen gründlich geräumt und der Wasserzulauf zur Durchschlagsstelle durch ein hölzernes Gerinne geregelt. Seither hat der Stollen die Abfuhr der dem See zufließenden Wässer klaglos bewirkt.

3. Uferabbrüche an abgesenkten natürlichen Seebecken.

Das Absenken von natürlichen Seen, wie dies im Zusammenhang mit deren Nutzbarmachung für Wasserkraftanlagen stattfindet, ist in der Regel von Uferabbrüchen begleitet, die besondere Beachtung verdienen. Derartige Erscheinungen sind z. B. bei der Absenkung des Ritomsees[11]), des Spullersees und kürzlich erst am Davosersee[12]) beobachtet worden und haben namentlich in der Schweiz wiederholt Gegenstand theoretischer Untersuchungen gebildet.[13])

Bei Hochgebirgsseen in einsamer, von Kulturstätten abgeschiedener Lage sind diese Erscheinungen von geringerer Bedeutung; sie können aber von weitgehendem Einfluß werden, wenn es sich um Seen in dichtbesiedelten Gebieten handelt. Die Heranziehung auch solcher Seen wird aber mit dem Fortschreiten des Ausbaues der Wasserkräfte immer häufiger. Es sei daher über diesen Belang einiges ausgeführt.

Die Wirkung einer Seeabsenkung äußert sich hauptsächlich in zwei Formen, nämlich in Uferabbrüchen und in einem Einfressen der Zubringer des Sees in das Ufergelände.

a) Die Uferabbrüche treten überall dort auf, wo das Ufergelände aus Schlamm, stark tonhaltigen Sanden und lehmigen Schottern oder endlich aus Ton und Lehm selbst besteht, also eine nur geringe Wasserdurchlässigkeit aufweist. Uferstrecken, die sich aus reinen Schottern oder grobem Blockwerk aufbauen und mithin wasserdurchlässig sind, zeigen derartige Abbrucherscheinungen nicht.

Der maßgebende Einfluß, den die Durchlässigkeit oder Undurchlässigkeit des Bodens ausübt, erklärt sich aus verschiedenen Umständen. Ist der Boden undurchlässig, dann vermag er das in ihm enthaltene Wasser nach dem Auftauchen aus dem Seegrunde nur sehr langsam abzugeben. Das Erdreich behält lange Zeit hindurch ein Eigengewicht, das gegenüber seinem früheren fast um den vollen Betrag des Auftriebes vergrößert ist. Dabei aber weist es eben infolge der Durchfeuchtung einen geringeren natürlichen Böschungswinkel auf wie in trockenem Zustande. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß das Zusammenwirken dieser beiden Umstände zu Bodensetzungen und Abbrüchen führen muß.

[9]) A. Ludin, Die Wasserkräfte, Berlin 1913, Bd. 1, S. 660.
[10]) A. Ludin, Die Wasserkräfte, Berlin 1913, Bd. 2, S. 1056.
[11]) Il Lago Ritom, Le Lac Ritom, Nr. 13 der Mitteilungen des schweiz. hydrographischen Dienstes, Bern 1918; Schweiz. Bauzeitung 74 (1919), S. 51.
[12]) Schweiz. Bauzeitung 81 (1923), S. 84; ferner 82 (1923), S. 55.
[13]) Schweiz. Bauzeitung 75 (1920), S. 129, 289; ferner 82 (1923), S. 147.

Digitized by Google

Dazu kommt noch folgendes: Solange der See nicht abgesenkt ist, verläuft der Grundwasserspiegel im Ufergelände sanft zur Seeoberfläche abfallend. Wird nun der See rasch um ein größeres Maß abgesenkt, so kann der Grundwasserspiegel bei dichter Beschaffenheit des Erdreiches nicht gleich schnell nachfolgen. Es stellt sich mithin für den Grundwasserspiegel gerade im unmittelbaren Uferbereich ein starkes Gefälle ein. Dies hat das Zustandekommen von Gleitflächen zur Folge, auf denen das Gelände gegen den See zu abrutscht.

Als weitere Folge der Wasserdichtheit kann aber auch durch das im Erdreich zurückgestaute Grundwasser ein förmlicher Außendruck entstehen, der das Ufergelände zum Einstürzen bringt.

Die Massen, die solcherart in Bewegung geraten, sind oft recht beträchtliche; es sei nur erwähnt, daß z. B. beim Abbruch, der sich am 7. Februar 1923 am Davosersee ereignete, 900 000 m³ ins Gleiten kamen, wovon rund 450 000 m³ vollständig in der Tiefe verschwanden.[14])

Erwähnt sei noch, daß bei Felsufern Uferabbrüche und Setzungserscheinungen nicht vorkommen; es hängt dies natürlich mit der ungleich größeren Standfestigkeit der felsigen Ufer zusammen.

In bewohnteren Gegenden tritt durch solche Uferbewegungen eine erhebliche Gefährdung der in der Umgebung des Sees vorhandenen Baulichkeiten ein; aber auch die Absenkung des Grundwasserspiegels allein kann von nachteiligen Folgen sein, wenn z. B. diese Gebäude auf hölzernen Pfahlrosten gegründet sind, die dann trockengelegt werden und infolgedessen rasch verfaulen.

b) Das Einfressen der Seezubringer in das Ufergelände in eine Folge der Gefällsvermehrung dieser Wasserläufe. Letztere haben in der Regel ein Mündungsdelta in den See geschüttet, das aus Schlamm, tonigen Sanden und lehmigen Schottern besteht. Wird nun der Seespiegel abgesenkt, so folgt die Sohle des Wasserlaufes an der Mündung in den See rasch dem Seespiegel nach. Das Arbeitsvermögen des Zubringers wird in der Deltastrecke ein wesentlich größeres. Dies hat zur Folge, daß sich der Wasserlauf, ausgehend vom Seespiegel, nach rückwärts eintieft, indem er wieder ein Gefälle schafft, das einerseits der Schleppkraft des Gewässers und anderseits der Widerstandsfähigkeit des Untergrundes angepaßt ist. Es entstehen förmliche Erosionsschluchten, deren Ränder dann häufig nachsinken und nachbrechen; die Gründe sind wieder in dem großen Gewichte des nassen Erdreiches, seinem verhältnismäßig geringen natürlichen Böschungswinkel, dem nur langsamen Nachfolgen des Grundwasserspiegels usf. gelegen. (W. 204.) Fortsetzung folgt.

[14]) Schweiz. Bauzeitung 82 (1923), S 58.

Hydraulische Pumpen-Akkumulierungs-Anlagen.

Vom Ingenieurbüro Locher & Cie., Zürich.

Es lassen sich im allgemeinen zweierlei hydraulische Akkumulierungsanlagen für Wasserkraftanlagen unterscheiden: 1. Dauerakkumulierung mit beliebigen Betriebspausen; 2. die periodischen Akkumulierungs-Staubehälter. Diese letzteren lassen sich wieder in zwei grundsätzlich verschiedene Arten einteilen, nämlich: a) die periodische Akkumulierung ohne besondere Nebeneinrichtungen, Stauweiher für das Oberwasser, b) die periodische Akkumulierung unter Zuhilfenahme von Pumpwerken, das heißt Anlagen, bei denen die Sammelbecken durch Maschinen ganz oder nur nachgefüllt werden, je nachdem das Sammelbecken oder auch Druckbecken genannt, ein künstliches oder natürliches ist.

In neuerer Zeit sind nachfolgende periodische Akkumulierungsanlagen ausgeführt und dem Betrieb übergeben worden:

Die erste Anlage in der Schweiz wurde für die Triebwasseranlage der Stadt Zürich von Stadtingenieur Dr. Bürkli im Jahre 1882/1883 projektiert und ausgeführt mit einem Gefälle von 157 m und einem Triebwasser-Weiherinhalt von 18 000 m³. Der Durchmesser der beiden Druckleitungen beträgt je 450 mm und die Länge je 1800 m. Die erste Druckleitung wurde im Jahre 1882 und die zweite anno 1895 montiert.

In der ersten Periode 1883/1891 diente die Anlage vornehmlich zur Kraftübertragung nach dem Industriequartier vom Wasserwerk Letten aus, von 1891 bis 1910, d. h. bis zur Inbetriebsetzung des Albulawerkes, wurde sie nach Erstellung einer zweiten Druckleitung und Aufstellung von zwei Hochdruckturbinen zu 300–400 HP und zwei zu 30 bis 40 HP im Letten zur Kraftakkumulierung verwendet; die Förderung des Wassers erfolgte ungefähr während zwanzig Stunden mittels zwei Pumpen, und der Konsum desselben im städtischen Elektrizitätswerk während zirka vier Stunden täglich zur Beleuchtungszeit.

Im Jahre 1899 erstellte die Gesellschaft der L. von Roll'schen Eisenwerke Gerlafingen für ihr Eisenwerk in Choindez eine 180 mm weite, 2284 m lange gußeiserne Hochdruckleitung, durch welche das Wasser auf eine Höhe von 600 m in ein Hochdruck-Reservoir hinaufgepumpt wird. — Von derselben Firma wurde im Jahre 1899 für ihr Eisenwerk Clus bei Oensingen eine Hochdruckleitung von 300 mm l. Weite und 815 m Länge erstellt, um das Wasser in ein 314 m höher gelegenes Hochdruck-Reservoir zu pumpen und das Wasser an Hochdruck-Turbinen abzugeben. Beide Anlagen sind zurzeit noch im Betrieb.

Im Jahre 1904 erstellte das Elektrizitätswerk Olten-Aarburg eine reine hydraulische Akkumulierungsanlage,

Abb. 1. Anlage Stura di Viù.

Digitized by Google

zur Deckung der „Lichtspitzen", mit einem Gefälle von zirka 315 m und einem künstlichen Druckbecken-Inhalt von 12 000 m³. Der Durchmesser der Druckleitung beträgt durchwegs 450 mm, der obere Teil besteht aus gußeisernen Muffenröhren und der untere aus wassergasgeschweißten Siemens-Martin-Stahlröhren. Die Maschinengruppe besteht aus einem Wechselstrommotor als Mittelstück, der auch als Dynamo betrieben werden kann, rechts und links davon auf derselben Welle befinden sich die Hochdruckpumpe und die Hochdruckturbine.

Das Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen erstellte in den Jahren 1907/09 eine hydraulische Akkumulierungsanlage[1]) mit einem künstlichen Sammelweiher von 75 000 m³ Wasserinhalt, einer 2165 m langen, 800 bis 1000 mm weiten Druckleitung und zwei Maschinengruppen, jede aus einem Motor-Generator in der Mitte und einer Hochdruck-Zentrifugalpumpe rechts und links davon auf derselben Welle bestehend. Die Förderhöhe der Pumpen beträgt 161 m bei einem Kraftverbrauch von 1000 HP pro Pumpe.

Die Société Electrique d'Evian-Thonon-Annemasse erstellte im Jahre 1909/10 zur Erweiterung ihrer bestehenden Wasserkraftanlage an der Dranse bei Chevenoz in Hochsavoyen eine hydraulische Akkumulierungsanlage mit einem künstlichen, gemauerten Sammelweiher von 10 000 m³ Wasserinhalt, einer 1300 m langen, 400 respektive 450 mm weiten Druckleitung und einem Gefälle von 396—401 m. Die Maschinengruppe besteht aus einem Motor-Generator in der Mitte und einer Hochdruck-Turbine und einer Hochdruck-Zentrifugalpumpe auf derselben Welle. Die Leistung der Pumpe beträgt 800 HP.

Die Société des Forges et Aciéries électriques Paul Girod in Belleville (Savoyen) erstellte an ihrer bestehenden Zentrale in Belleville zur Erweiterung derselben eine hydraulische Akkumulierungsanlage, um den Seeinhalt des Lac de la Girotte zu vergrößern. Das Wasser, 440 Liter per Sekunde, wird mittelst zwei Pumpen von 5000 PS vom Ablaufkanal der Anlage in Belleville auf eine Höhe von 515 m in den Bergsee, Lac de la Girotte, gepumpt.

In Italien wurden von der Società Anonima Elettricità Alta Italia in Turin folgende Akkumulierungsanlagen erstellt: Anlage Stura di Viù in Funghera in Verbindung mit der Wasserkraftanlage Stura di Viù, ein oberes und unteres je künstliches Bassin beim Wasserschloß und dem Turbinenhaus der Anlage mit je 50 000 m³ Wasserinhalt und einem Bruttogefälle von minimal 134, maximal 154 m. Die Länge der Druckleitung beträgt 460 m und der Durchmesser 1,75 m. Die Maschinenaggregate bestehen aus einer Gruppe mit einem Pumpenaggregate von 4000 HP mit angebauter Turbine und Generator in der Mitte, und einer Gruppe nur aus einer Turbine mit elektrischem Generator von 4000 HP. Diese Anlage wurde in den Jahren 1909/10 erstellt.

Die Anlage in Viverone, Provinz Novara. Hier wurden zum erstenmal zwei bestehende Seen, nämlich der Lago Viverone als Sammelbecken und der Lago Bertignano als Druckbecken benutzt. Das Maschinenhaus befindet sich zunächst dem Lago Viverone, mit dem es durch einen zirka 100 m langen Ablaufkanal verbunden ist. Das Wasser wird vom Lago Viverone in den im Minimum um 139 m, im Maximum 149 m höher gelegenen Lago di Bertignano gepumpt, welch letzterer See einen minimalen Wasserinhalt von 300 000 m³ hat. Durch künstliche Erstellung eines Abschlußdammes kann der Inhalt dieses Sees für den zweiten Ausbau auf 480 000 und für den dritten Ausbau auf 960 000 m³ erhöht und dadurch die jetzige Leistung von 6000 kW auf maximal 24 000 kW erhöht werden. Die Länge des Zulaufkanals vom Bertignano-See bis zum Wasserschlosse beträgt 1200 m, der Durchmesser der Rohrleitung 2,10 m, wovon 470 m im Tunnel. Die Länge der Druckleitung vom Wasserschloß bis zum Maschinenhaus 700 m, der Rohrdurchmesser 1,45 m. Die Höhe des eisernen Wasserschlosses beträgt 39,50 m und sein Durchmesser 10 m. Die Fassung im Bertignano-See und der Zulaufkanal sind für 12 000 kW, das Wasserschloß für 24 000 kW, die Druckleitung und das Maschinenhaus für 6000 kW ausgebaut. Die Maschinengruppen bestehen aus einer Gruppe mit einer Sulzer-Hochdruck-Zentrifugalpumpe von 4500 PS maximaler Leistung, bestehend aus Pumpe, Generator und Motor, und Turbine auf einer Welle, einer Gruppe mit einer Sulzer-Hochdruck-Zentrifugalpumpe von 1250 PS Leistung, direkt gekuppelt mit einem asynchronen Motor, sowie zwei Gruppen von je 2000 PS der Firma Riva & Cie. in Mailand, bestehend aus Pumpe, Generator und Motor und Turbine auf einer Welle.

Bei der Leistung des Werkes von 12 000 kW wird das Niveau des Bertignano-Sees um 9,5 m aufgestaut, während das Niveau des das untere Sammelbecken bildenden Lago di Viverone durch die Wasserentnahme während des Pumpens nur um 0,62 m zurückgeht.

Diese Anlage wurde in den Jahren 1912/13 erstellt. Sie dient ausschließlich für Akkumulierungszwecke als Re-

[1]) Schweiz. Bauzeitung Bd. LIV, Nr. 25 u. 26, Bd. LV, Nr. 10, 11, 12.

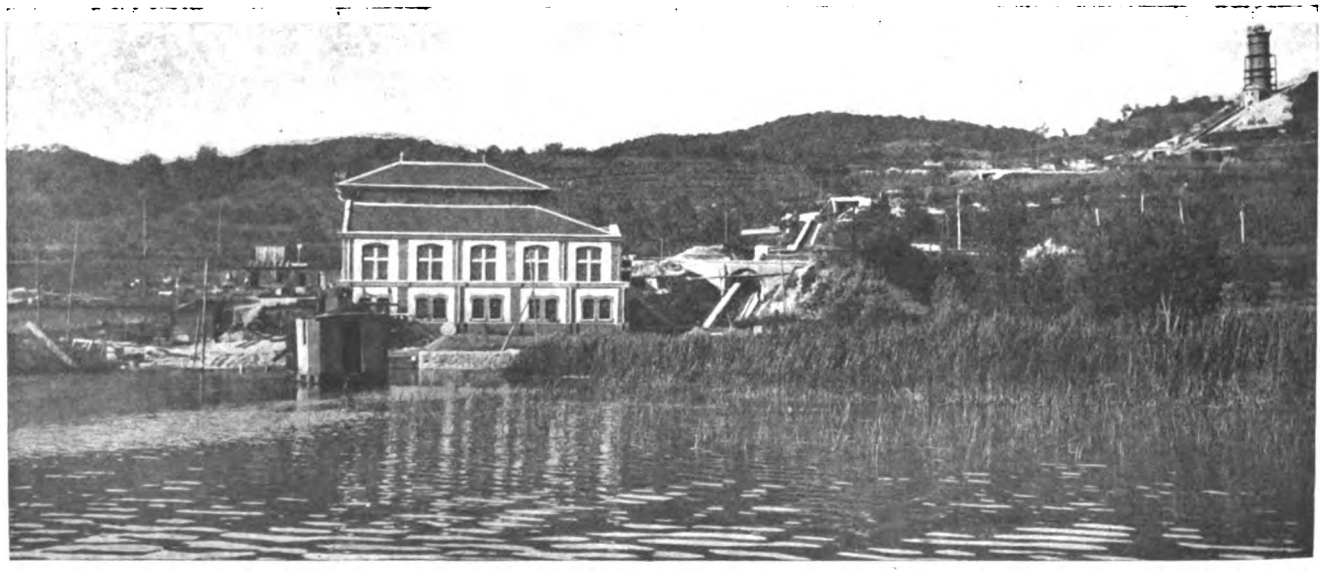


Abb. 2. Anlage Viverone, Druckleitung und Lago de Viverone.

Digitized by Google

gulierung und zum Energieausgleich für die zahlreichen hydroelektrischen Kraftwerke der Società Alta Italia. Die für den Betrieb der Anlage nötige Energie wird als Abfallkraft dem zentralen Stromnetz der Gesellschaft entnommen.

Die Società Bergamasca per Distribuzione die Energia Elettrica Bergamo erstellte im Jahre 1903/09 an ihrer bestehenden Zentrale in Clenezzo, zur Erweiterung derselben, eine hydraulische Akkumulierungsanlage mit künstlichem Bassin und einem Gefälle von 430 m. Die Maschinenaggregate bestehen aus zwei Gruppen mit je einer fünfstufigen Zentrifugalpumpe von 785 HP mit direkt gekuppeltem Asyuchronmotor. Die Turbine und der Generator bilden eine getrennte Gruppe.

In Deutschland wurde die Akkumulierungsanlage Brunnenmühle bei Heidenheim[1]) für Voith in Heidenheim ausgeführt und besteht die Anlage aus zwei Hochdruck-Zentrifugalpumpen, direkt gekuppelt mit einem Asynchronmotor für ein Gefälle von 102 m und einem Kraftvererauch von 78 respektive 175 m. Turbine und Generator bilden auch hier eine getrennte Gruppe.

Für die Oberrheinischen Kraftwerke in Mühlhausen wurden im Jahre 1914 von der Firma Locher & Cie. gemeinsam mit Herrn Professor Narutowicz, beide in Zürich, auch Projekte ausgearbeitet für eine hydraulische Akkumulierungsanlage an den beiden Seen Schwarzer und Weißer See in den Vogesen, welche beiden Seen zirka 800 m von einander entfernt, ein Gefälle von 100 m aufweisen und jetzt zur Aufspeicherung während der Regenzeit benutzt werden, um in der trockenen Periode die Wasserverhältnisse im Tal von Urbeis zu regulieren, wobei jetzt schon der Wasserspiegel des Schwarzen Sees um 9 m und derjenige des Weißen Sees um 4,5 m variiert.

Die Pumpenanlage des Schwarzen Sees wird projektiert für eine Wasserkraft von zirka 25 000 kW mit einem Abfluß von 36 m³/Sek., wobei die täglichen Schwankungen des Schwarzen Sees zirka 7 m und der Wasserinhalt 950 000 Kubikmeter betragen.

Die Firma Manufactures Hartmann & Fils S. A. in Münster im Elsaß erstellte im Jahre 1920/22 eine hydraulische Akkumulierungsanlage, über welche wir in Heft 6 dieses Jahrg., Seite 92, berichteten.

Bei dem zur Ausführung kommenden Wäggitalwerk wird in der oberen Zentrale in Rempen eine Pumpenanlage mit drei vertikalachsigen Hochdruck-Zentrifugalpumpen für Förderleistungen von zusammen 6 m³ pro Sekunde aufgestellt. Durch diese Pumpenanlage wird der größte Teil des Sommerabflusses aus den verbleibenden Einzugsgebieten der Aa und des Trebsenbaches aus dem 368 000 m³ Nutzinhalt fassenden Zwischenbecken im Sommer in den Stausee im Innertal mit einer Förderhöhe von 200—249 m hinaufgepumpt. Die totale zu fördernde Wassermenge beträgt 33 Millionen m³. Die dafür erforderlichen 32,4 Millionen Kilowattstunden Sommerkraft sollen aus den bestehenden Niederdruckwerken der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. und der Stadt Zürich als billige Abfallkraft bezogen werden. Die auf absehbare Zeit wohl größte Pumpenspeicheranlage, das Schwarzenbachwerk, konnten wir bereits in dieser Z. 1924, Heft 1/2, Seite 1 und Heft 4, Seite 35, darstellen.

Abb. 3. Anlage Viverone, Zentrale und Schalthaus.

Die Erfahrungen zeigen, daß die hydraulischen Akkumulierungsanlagen sowohl auf Rentabilität als auf gute hydraulische Ausnützung sehr sorgfältig durchstudiert werden müssen, daß die Verhältnisse nicht so ungünstig liegen, wie sie im allgemeinen beurteilt und beschrieben werden und unter gewissen Umständen eine sehr vorteilhafte Ausnützung und Rentabilität eintritt und mit denselben eine große Anpassungsmöglichkeit an bestehende Anlagen erreicht werden kann.

Welche Anordnung von Maschinengruppen die rationellste und zweckmäßigste ist, hängt zum großen Teil davon ab, ob der Pumpenbetrieb die Hauptsache ist. Jede der beiden Gruppierungsarten hat ihre Vor- und Nachteile, die genau abgewogen werden müssen. W. 51.

[1]) Z. d. V. d. I. 1909, S. 1829 ff.

Beitrag zur Potenzformel.

Von Ing. Eduard Kreitmeyer, Regierungsrat.

Schon einige Zeit bevor der Aufsatz von F. Eisner und G. Zimmermann: „Gezeichnete Tafel zur Bestimmung der Wassergeschwindigkeit nach der Potenzformel" im Heft 6, Seite 71 u. 72, des laufenden Jahrganges erschienen ist, hat sich der Verfasser dieser Zeilen mit der Absicht beschäftigt, eine solche Tafel zu entwerfen; nach einiger Ueberlegung hat er sich jedoch damit begnügt, nur eine der bekannten Potenzformeln zunächst herauszugreifen und zwar jene von Forchheimer in seiner letzten Schrift: „Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben etc." Berlin 1923, eingehend behandelte Formel $v = \lambda \cdot R^{0.7} \cdot J^{0.5}$

Durch Verwendung des bekannten Doppellogarithmenpapieres von Schleicher und Schüll in Düren ist es gelungen, die Darstellung der Formel mit lauter geraden Linien durchzuführen, welcher Umstand die Herstellung einer solchen Tafel ungemein vereinfacht. Man kann gewiß alle drei Formeln, die bisher in Betracht kommen, in derselben oder einer noch kürzeren Zeit herstellen, als dies nach dem Verfahren in Heft 6 möglich ist.

Aber auch der Gebrauch einer solchen Tafel ist ein weit einfacherer, da man gar keine Linien in das fertige Graphikon zeichnen muß, weshalb natürlich auch seine Haltbarkeit eine viel größere sein wird. In der beigegebenen Abbildung, zu der obigen Forchheimerschen Formel gehörend, ist allerdings der leichteren Verständlichkeit halber ein Beispiel mit strichlierten Linien ein-

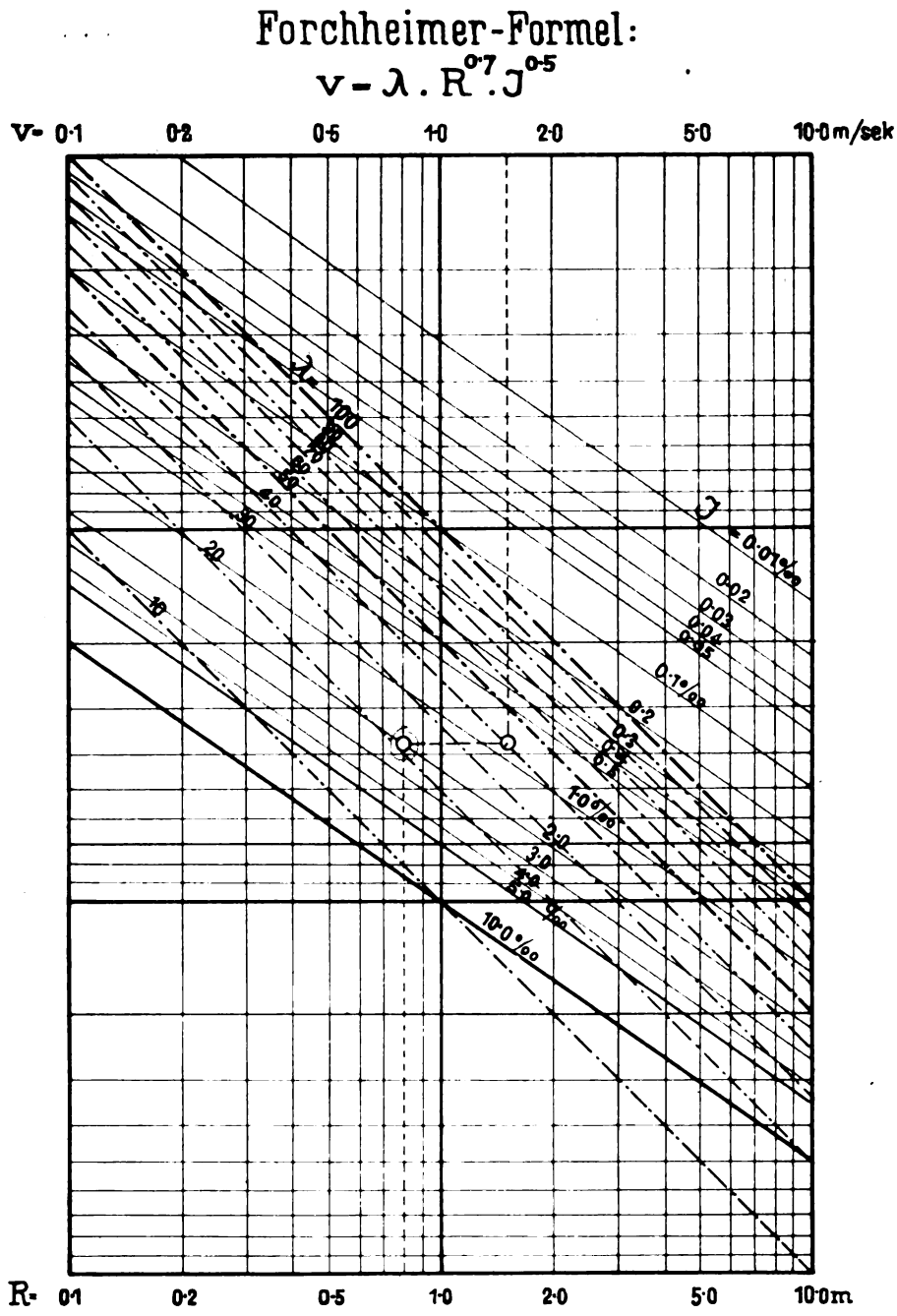
Digitized by Google

gezeichnet, aber man kann leicht einsehen, daß diese Linien nicht wirklich gezeichnet werden müssen, wenn man zwei spitze Gegenstände — etwa zwei Zirkelspitzen — an die Stellen der beiden kleinen Kreise bringt, stets in einer Horizontalen natürlich.

Das Beispiel bezieht sich auf die gegebenen Größen: $R = 0{,}8$ m, $J = 2{,}0\,‰$ und $\lambda = 40$, womit sich $v = 1{,}53$ m/s ergibt.

Zur Herstellung der Geraden, welche den Einfluß des Gefälles darstellen, braucht man nur für die beiden Grenzwerte $R = 0{,}1$ und $R = 10{,}0$ ein für alle Mal die gegebene Potenz — hier 0,7 — zu berechnen; es ist $\log 0{,}1^{0{,}7} = -0{,}7$, $\log 10^{0{,}7} = +0{,}7$, daher $0{,}1^{0{,}7} = 0{,}199526$ und $10^{0{,}7} = 5{,}011872$.

Multipliziert man nunmehr mit diesen beiden Faktoren



In der Abbildung sind natürlich viele Unterteilungslinien der Koordinatenteilung weggelassen, so daß diese Abbildung kein Bild der erreichbaren Genauigkeit geben kann, auch erscheint die Tafel auf dem Logarithmenpapier viel übersichtlicher, weil das in blaßbrauner Farbe hergestellte Koordinatennetz viel mehr zurücktritt; zu empfehlen ist das Doppellogarithmenpapier Nr. 365½.

die — vielleicht aus einer Tabelle zu entnehmenden — Quadratwurzeln der einzelnen Gefälle, letztere ausgedrückt in Teilen der Einheit als Dezimalbruch, nicht etwa in ‰, am besten und einfachsten mit dem Rechenschieber, so erhält man die an den beiden Grenzvertikalen abzusetzenden Maße für die Endpunkte der J-Parallelen. Für die Herstellung dieser Geraden, sowie auch für jene der λ-

Digitized by Google

Geraden, sind die beiden Grenzvertikalen mit einer provisorischen Teilungsbezeichnung zu versehen, die man aber dann beim Gebrauch der Tafel nicht mehr benötigt. Die oberste Grenzhorizontale erhält den Wert 0,001, die Grenzlinie zwischen dem obersten und mittleren Feld der Tafel den Wert 0,01, jene zwischen dem mittleren und untersten Feld 0,1, und die unterste Grenzhorizontale endlich 1,0.

Die λ-Geraden sind noch viel einfacher mit dem Rechenschieber zu konstruieren; die Maße für die Endpunkte auf der linken Grenzvertikalen haben die Größe $\frac{0,1}{\lambda}$, jene auf der rechten $\frac{10}{\lambda}$.

Eine Kontrolle für beide Geradescharen besteht in der vorhanden sein sollenden Parallelität jeder der zwei Scharen für sich.

Zum Schlusse möge es nicht unterlassen sein, zu betonen, daß die in Heft 6 von den Herren Eisner-Zimmermann gebrachte Darstellung sicher den Vorzug der Allgemeinheit besitzt gegenüber der hier gegebenen. Doch glaubt der Verfasser dieses kleinen Aufsatzes, daß die meisten Fachgenossen doch jeder nur eine der Potenzformeln wirklich in Gebrauch haben dürften und ist es außerdem, wie schon oben erwähnt, noch immer bequemer, mehrere Blätter nach verschiedenen Formeln auf eine so leichte Art anzufertigen, wie sie im Vorstehenden geschildert wurde. (W. 159.)

Die Wasserkraftanlage Mauzac an der Dordogne.[1])

von R. Hofmann, Oberingenieur der Ateliers de Constructions Mécaniques, Vevey.

A. Allgemeines.

Diese Anlage, Eigentum der Société de l'Energie Electrique du Sud-Quest à Paris liegt an der Dordogne oberhalb der bekannten Anlage Tuilière. Sie liefert in Gemeinschaft mit letzterer, sowie der Wärmekraftanlage Floirac die elektrische Energie für Süd-West Frankreich und speziell für Bordeaux. Beim vollen Ausbau wird die Anlage mit 6 Turbinen mit einer Maximalleistung von total 21 000 PS. ausgerüstet. Zurzeit sind 4 Schnelläufer-Francisturbinen mit vertikaler Achse aufgestellt, die von den „Etablissements Leflaive S.-A. in St. Etienne" (Frankreich) nach den Plänen der Ateliers de Constructions Mécaniques in Vevey gebaut wurden.

B. Turbinen.

Jede dieser Turbinen ist für folgende Daten berechnet:

Nettogefälle = 4,3 m.
Wassermenge = 54 m³/Sek.
Leistung = 2500 PS.
Tourenzahl = 55,5 i. d. Minute.

Die Leistung bei 4,3 m Gefälle betrug 2700 PS, was einer spezifischen Drehzahl von 467 entspricht.

Abb. 1 und 2 zeigt die Turbine in Schnitt und Grundriß. Jede Gruppe hat 3 Lager, wovon zwei zum Generator gehören. Das automatisch geschmierte Turbinenlager ist auf dem Leitraddeckel befestigt, das gemeinschaftliche Ringspurlager mit selbsterzeugendem Entlastungsdruck ist auf das Tragkreuz des Generators aufgebaut. Es hat außer den rotierenden Teilen des Generators und der Turbine noch den hydraulischen Axialschub des Laufrades aufzunehmen, die totale Stopfbelastung beträgt ca. 150 t. Der Boden des Generatorsaals ist in dessen Mitte durch eine Anzahl Säulen aus armiertem Beton getragen. Das Wasser wird der Turbine durch eine Spirale aus armiertem Beton zugeführt. Eine in die Spirale eingebaute Wand aus armiertem Beton dient gleichzeitig als Wasserführung. Jede Turbinenkammer kann durch zwei Rollschützen abgeschlossen werden. Zwei in den Fundamenten verankerte gußeiserne Ringe, die durch Stahlsäulen mit fischförmigem Querschnitt gegenseitig miteinander verbunden sind, dienen einerseits zur Wasserführung und andererseits als Gestell für die Turbine.

Der Betonaspirator hat oben einen Durchmesser von 5,3 Meter. Das Laufrad Abb. 3 mit einem Durchmesser von 5060 mm und einem Gewicht von 31 000 kg mußte, um den Transport per Bahn zu ermöglichen, zweiteilig ausgeführt werden. Dasselbe besteht aus Gußeisen mit eingegossenen Stahlblechschaufeln. Die durch die Zweiteilung halbierten Stahlschaufeln wurden bei der Montage zusammengeschweißt. Die beiden Radhälften sind durch zwei Bandagen aus Stahlguß solid miteinander verbunden. Es sind das unseres Wissens die größten in Europa z. Z. ausgeführten Laufräder. Das Rad ist mit dem Flansch der Turbinenwelle verschraubt und kann bei der Montage samt dem damit gekuppelten Rotor auf den gußeisernen Untersatz des Betonsaspirators abgestützt werden. Um das Rad leicht zugänglich zu machen, ist in der Trennwand zwischen Spirale und Aspirator ein Mannloch vorgesehen worden.

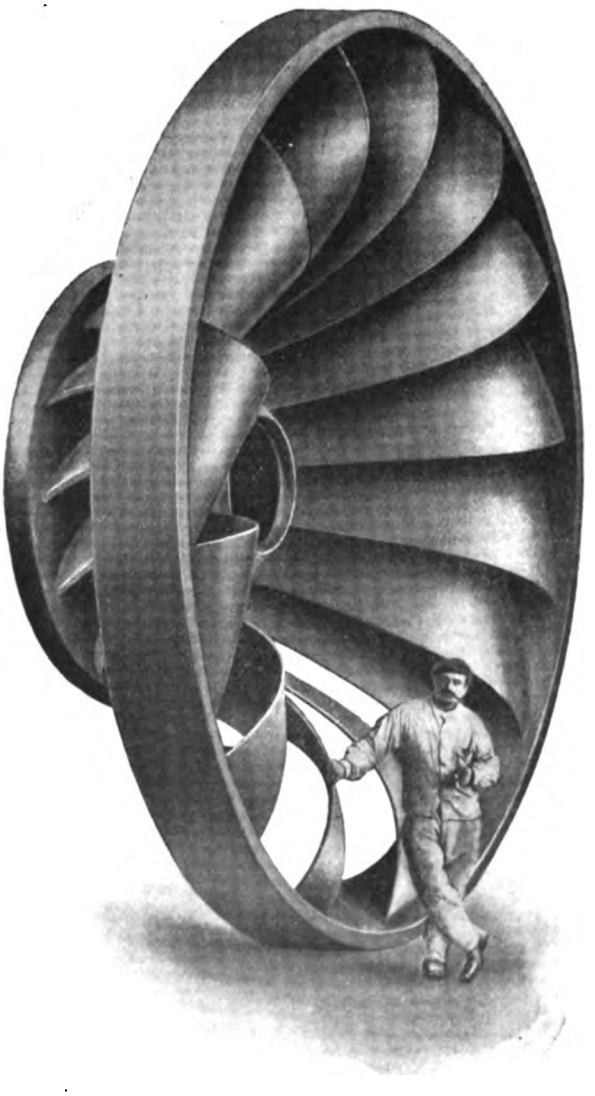
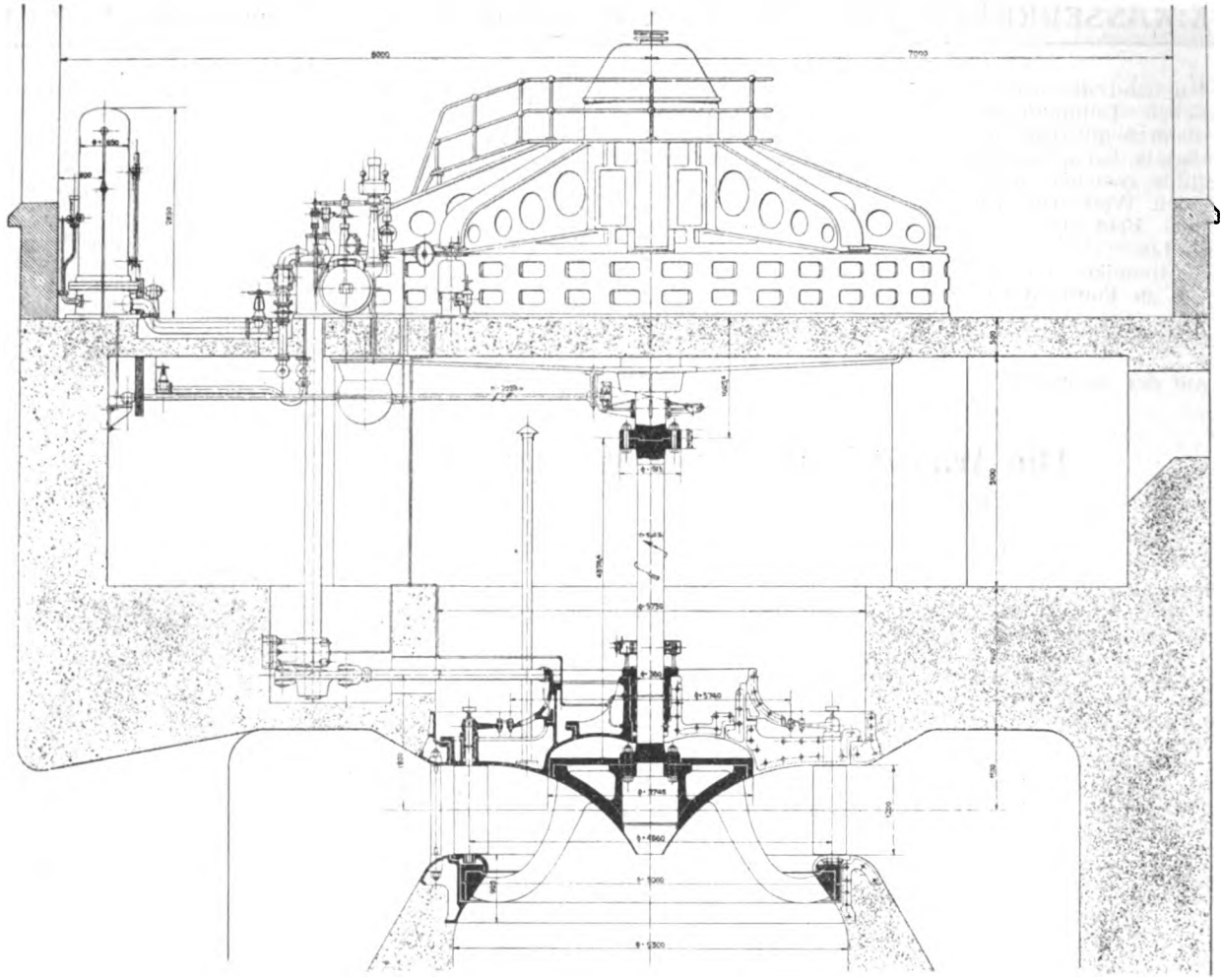


Abb. 3. Laufrad Mauzac

[1]) Die Klischees hierzu sowie zur Beschreibung der Anlage St. Tulle im vorigen Heft verdanken wir dem Bulletin technique de la Suisse romande.

Digitized by Google



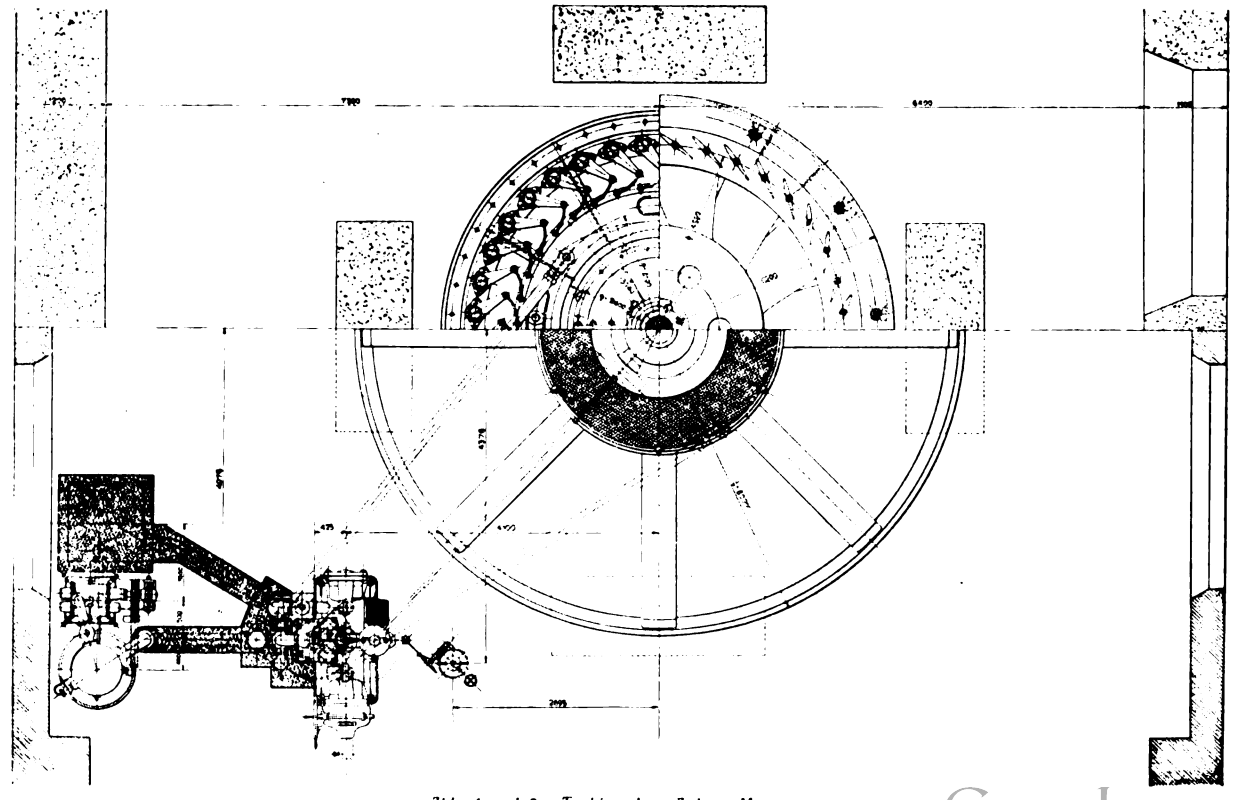


Abb. 1 und 2. Turbine der Anlage Mauzac.

Digitized by Google

Die Fink'schen Leitrad-Drehschaufeln aus Stahlguß sind mit ihren Drehzapfen aus einem Stück gegossen. Die obern Zapfen durchdringen den Leitraddeckel und sind mit Kurbeln versehen, welche von einer gußeisernen auf Bronzeleisten gelagerten Regulierung unter Zwischenschaltung von schmiedeeisernen Lenkern betätigt werden. Die Letzteren sind so ausgebildet, daß sie sich deformieren, falls ein Fremdkörer zwischen zwei Drehklappen eingeklemmt wird. Dadurch wird eine Beschädigung derselben verhütet.

C. Regulierung.

Um die Aufsicht auf ein Minimum zu reduzieren sind die Regulatoren, Druckwindkessel, Oelbehälter und Oelpumpen im Generatorsaal untergebracht worden. Letztere bestehen aus je zwei in Serie geschalteten Zahnradpumpen, die von der Turbinenwelle aus mittelst Reynoldkette angetrieben werden. Um den Betrieb auch bei einem allfälligen Versagen einer Pumpe oder eines Windkessels aufrecht erhalten zu können, sind alle Regulatoren durch eine gemeinsame Druckölleitung, die Oelbehälter durch eine Niveauausgleichleitung miteinander verbunden. Ein gemeinschaftlicher von einem Elektromotor angetriebener Kompressor liefert die nötige Preßluft für die Windkessel und die zum raschen Stillsetzen der Gruppen angeordneten Luftdruckbremsen. Vor dem Bau dieser Turbinen haben die Ateliers de Constructions Mécaniques Vevey auf ihrer neuen Versuchstation zuerst eingehende Modellversuche ausgeführt. Die der Ausführung zugrunde gelegte Versuchsturbine mit einem Laufraddurchmesser von 400 mm und der gleichen spezifischen Drehzahl von 467 hat folgende Wirkungsgrade ergeben: 84% bei 4/4 Last; 85% bei 7/8; 83,5 bei 3/4 und 76% bei 1/2 Last. Die bei den Abnahmeversuchen bei 4,3 m Gefälle erhaltene Leistung war 8% höher als die garantierte. W. 80.

Dr. ing. e. h. Reichsrat Oscar von Miller

wurde auf der XXIX Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Dresden die Ehrenmitgliedschaft des Verbandes zuerkannt als „dem hochverdienten Altmeister der Elektrotechnik, der 1882 die erste elektrische Ausstellung in Deutschland zu München leitete, im Jahre 1891 die erste elektrische Kraftübertragung von Lauffen nach Frankfurt a. M. erbaute, dem genialen Schöpfer des Deutschen Museums, dem Gründer des Bayernwerkes und Förderer der deutschen Wasserwirtschaft". — Wir beglückwünschen Exz. von Miller als den Pionier der Wasserkraftnutzung, dessen klares Erkennen der technischen Möglichkeiten und der wirtschaftlichen Forderungen ihn den weiten Entwicklungsweg von Lauffen-Frankfurt bis zum Bayernwerk zielsicher verfolgen ließ und damit noch weitergreifenden energiewirtschaftlichen Plänen den Weg öffnet. D. Schriftltg. (W. 217.)

Rundschau

Etwas über Erddämme.[1]) Die der I. Weltkraftkonferenz vorgelegten Schriftstücke enthalten ein außerordentlich reichhaltiges und vielseitiges Material über alle Fragen der Kraftquellen, Krafterzeugung, Verteilung und Verwertung — die gesammelten Druckschriften, die Ende dieses Jahres herausgegeben werden, füllen vier Bände in Lexikonoktav mit etwa 6000 Druckseiten.

Aus der Fülle dieses Materials mögen hier einige Angaben über neuere Erddammkonstruktionen in den Vereinigten Staaten herausgegriffen werden, wo diese uralte Bauweise noch in großem Maße angewandt wird.

Bei nicht homogenen Erddämmen wird einem mehr oder weniger durchlässigen Dammkörper eine dichtende Schürze aus Lehmschlag, Beton, Eisenbeton u. a. vorgelegt, oder noch öfter eine Kernmauer aus solchem Material aufgeführt.

Ein entgegengesetztes Verfahren wurde bei dem Damm in Sherbourne Lake, Montana, angewandt, wo das verfügbare Material hauptsächlich aus Lehm bestand. Um den Damm zu entwässern, wurde hier der Kern aus gesiebtem Kies hergestellt; das sich hier etwa ansammelnde Wasser wird durch Drainrohre unter der luftseitigen Dammhälfte weggeleitet, wodurch die oberseitige Hälfte vollkommen entwässert und die untere vor Sättigung geschützt wird. Diese Anlage soll vorzüglich funktionieren.

Geschüttete Dämme werden heute in Amerika in Schichten von 10–20 cm Stärke durch schwere Walzen oder noch lieber durch Traktore gedichtet, welche eine größere Konzentration der Last ermöglichen und wobei durchlaufende horizontale Fugen vermieden werden.

Das Schlämmverfahren wird in neuerer Zeit vielfach in der Weise angewandt, daß an der oberen und unteren Dammseite Deiche geschüttet werden, von denen dann durch starke Pumpen das feinere Material in den Dammkörper geschlämmt wird; hierbei wird eine sehr gleichmäßige und allmähliche Abstufung der Korngröße von der Mitte (Lehm und Ton) bis zu den Böschungen (Geröll) erzielt. Eine Gefahr dieses Verfahrens liegt in der Möglichkeit einer Schichtbildung, wodurch Sickerzonen entstehen können; um dieser Gefahr zu begegnen, werden die Schichten durch in sie hineingestoßene und wieder herausgezogene Bretter durchbrochen; dieses wird durch Handarbeit gemacht, wobei die Fußspuren der Arbeiter im Schlamm diese Wirkung noch verstärken.

Im allgemeinen wird das Einschlämmverfahren bei lehm- und tonarmem Dammaterial empfohlen.

Gegen Wellenschlag werden die Erddämme in der Regel durch Steinpflaster, Steinschüttung oder Betonplattenbelag geschützt — in letzterem Falle ist es bei zu leichten Platten vorgekommen, daß die Platten durch die doppelte Wirkung der zurückflutenden Wellen und des Wasserdrucks des hinter den Platten liegenden durchtränkten Bodens herausgerissen wurden — genügend großes Gewicht der Platten stellt diesen Uebelstand ohne weiteres ab.

Ein interessantes Verfahren ist bei zwei großen Dämmen am Deer Flat-Becken in Idaho angewandt worden. Hier stand kein Steinmaterial zur Verfügung, und eine Betonabdichtung wäre wegen der großen Transportkosten sehr teuer geworden. Man hat sich auf folgende Weise geholfen: nachdem der Damm mit normalen Böschungsverhältnissen fertiggestellt war, wurde die Krone durch Aufschütten von grobem Kies auf etwa 20 m verbreitert, wobei der Kies sich mit seinem natürlichen Böschungswinkel lagerte. Diese Ueberdeckung war nun dem Angriff des Wellenschlages ausgesetzt — hierbei floß der Kies langsam die Dammböschung hinunter, nach unten zu immer feiner werdend, wo er sich unter einem recht flachen Böschungswinkel ablagerte, während das gröbere Material die Dammböschungen höher hinauf deckte. Diese Dämme sind jetzt 15 Jahre in Betrieb, und die Kiesschüttung ist nirgends mehr als zur Hälfte (stellenweise so gut wie gar nicht) abgetragen. — Auf Jahre hinaus sind keine Reparaturen an diesen Dämmen zu erwarten.

Die weiteren Angaben des angeführten Aufsatzes, sowie die übrigen Beiträge zu der Frage der Staudämme und Staumauern sind zwar recht interessant, bringen aber nichts wesentlich Neues. W. 182. v. G.

[1]) Nach Arthur Powell Davis: Construction of Dams. — Drucksdrift Nr. 95 der I. Weltkraftkonferenz.

Digitized by Google

Technische Normen des französischen Ministeriums der öffentl. Arbeiten für Entwurf und Bau von Schwergewichtsstaumauern großer Höhe für den Abschluß von Wasserbekken. Die mit Rundschreiben vom 19. Oktober 1923 vom französischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten bekannt gegebenen Normen für Schwergewichtsstaumauern enthalten die Beschlüsse des für diesen Zweck eingesetzten Ausschusses.

Grundregeln: Die Schwergewichtsstaumauern müssen als eine Gesamtheit von aneinanderschließenden Teilen nach lotrechten und zu den Außenflächen der Staumauern senkrechten Schnitten betrachtet werden. Jeder dieser Teile muß für sich die notwendigen Bedingungen der Standfestigkeit und der Widerstandsfähigkeit erfüllen.

Grundriß: Die Staumauern können geradlinig oder gekrümmt (mit der konvexen Seite nach oben) angelegt sein. Die gekrümmte Form ist nicht allgemein vorzuschreiben: sie kann bei günstigen Verhältnissen hinsichtlich der Widerlager angewendet werden, wenn die Stützpunkte sichere Auflage finden.

Profil: Im allgemeinen muß der theoretische Querschnitt einer Schwergewichtsstaumauer dreieckig sein mit einem Scheitelpunkt, der höher liegt als die höchste im Becken erreichbare Wasserhöhe, und der folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen hat: Beschaffenheit der Zuflüsse zum Becken, Oberflächenbeschaffenheit, Lage des Beckens, Fassungsvermögen der Abzugsschleusen usw. In der Ausübung werden die beiden Frontflächen der Staumauer, die berg- und die talseitige, auf einer geringeren Höhe als vorerwähnt zu halten sein, indem man sonach von der Dreiecksform abgeht und der Krönung bis zu einer über die größte Wasserhöhe hinausgehenden Höhe eine entsprechende Stärke gibt. Diese Stärke und Höhe wird nach örtlichen Bedingungen festzusetzen sein.

Grundsätzlich sind der bergseitigen Staumauerverkleidung keine Erdwälle vorzusetzen.

Wärmeerscheinungen. Der Mangel an genügenden Probeergebnissen erlaubt es noch nicht, in den Standfestigkeitsuntersuchungen diesen Erscheinungen Rechnung zu tragen. Die gekrümmte Grundrißform der Staumauer kann innerhalb gewissen Grenzen Formänderungen ausgleichen. Die durch das Schwinden des Betons oder Mörtels auftretenden Zugbeanspruchungen können durch Dilatationsfugen unschädlich gemacht werden.

Ueberdruck. Die Möglichkeit von Ueberdrücken muß ausgeschaltet sein durch Verhinderung des Eindringens von Wasser in den Untergrund, z. B. durch Spundwände, Einspritzungen von Zement in den Untergrund, Entwässerungsleitungen usw. Das Bauwerk selbst soll vor zufälligem Wassereindringen geschützt werden durch eine undurchlässige Verkleidung der Außenseite und ein Netz von Drainagen in der bergseitigen Zone des Stauwerkes mit begehbaren Galerien.

Berechnung: Aeußere Kräfte. Wenn durch die oben angegebenen Vorsichtsmaßnahmen Ueberdrücke ausgeschaltet sind, so gründet sich die Berechnung der Schwergewichtsstaumauern auf das Gewicht des Mauerwerks, auf den Wasserdruck, gegebenenfalls auf die Einwirkungen des Eises.

Grundzüge der Berechnung. Es genügt, die mittlere Dichte der Mauer und die äußersten Grenzen der Druckfestigkeit zu bestimmen, wobei für die Bergseite die Werte etwas höher angenommen werden dürfen als für die Talseite. Die Grenzwerte sind auf Grund der Ergebnisse von Druckbruchproben festzustellen, die an 84 Tage alten Mörtelproben anzustellen sind und denen ein Sicherheitsfaktor (je nach Lage und Wichtigkeit des Stauwerkes zwischen $^1/_8$ und $^1/_{10}$) hinzuzufügen ist.

Profilbestimmung. Bei leerem wie bei gefülltem Becken darf das Mauerwerk der Staumauer in keinem Punkte Zugbeanspruchungen ausgesetzt sein. Die größte Druckbeanspruchung muß niedriger sein als die zugelassene oberste Festigkeitsgrenze entspr. der Mörtelmischung an jedem Punkte. Zur Erhöhung der Sicherheit empfiehlt es sich, gegen die bergseitige Mauerverkleidung hin und bei gefülltem Becken Druckbeanspruchungen geringer Höhe, wie sie bei der Lage und der Wichtigkeit des Stauwerkes ratsam erscheinen, zu Grunde zu legen. Ein besonderes Berechnungsverfahren wird nicht vorgeschrieben, es werden aber die sich auf die Elastizitätstheorie aufbauenden Verfahren empfohlen. In den Planzeichnungen des höchsten Profilquerschnitts sollen eingezeichnet werden:

1. die Kurven der gleichen größten Druckbeanspruchung und Schubbeanspruchung bei leerem sowohl wie bei gefülltem Becken;
2. die isostatischen Linien und die Verschiebungslinien bei gefülltem Becken.

Ausführung.

Vorbereitung des Baugrundes. Die Gründungen einer Schwergewichtsstaumauer müssen mit peinlicher Sorgfalt ausgeführt werden; im besonderen Vergebungsvertrage müssen alle auf die Ausführung der Grabarbeiten, auf die Einfügung des Mauerwerks in den Untergrund, auf die Besichtigung und Vorbereitung der Stützpunktflächen, auf den Verschluß von Spalten und auf das Verfahren, den Untergrund undurchdringlich zu machen, bezüglichen Vorschriften enthalten sein.

Ausführung des Mauerwerks des Stauwerkes. Im besonderen Vergebungsvertrage sind die Bedingungen der Herstellung, des Transportes und des Einbringens des Mörtels mit genügender Genauigkeit festzulegen, damit die Aufsichtsorgane dauernd die Einhaltung aller Vorschriften überwachen können. Ersparnisse können erzielt werden:

a) durch entsprechende Wahl der Mörtelmaterialien,
b) durch die Zulassung der Einbettung von Bruchsteinblöcken in dem Mörtel, wenn die eingebetteten Bruchsteinblöcke vollkommen sicher in Mörtel eingehüllt sind,
c) durch Anwendung von Beimengungen zum Zement (wie Puzzolane usw.) unter der Bedingung sorgfältiger Untersuchung derselben und des Sandes,
d) durch genaue Bemessung der Beimengungen und des Wassers bei der Mörtelherstellung je nach den Umständen.

In den stärker beanspruchten Bauteilen wird es angebracht sein, die obere Widerstandsgrenze gegen Druck durch geeignete Maßnahmen (durch Erhöhung der Zementzugabe, durch eine entsprechende Orientierung der Flächen der einander folgenden Schichten des Bauwerkes usw.) zu erhöhen und mindestens eine Störung der Gleichmäßigkeit in der Herstellung zu vermeiden und für eine gleichmäßige Dichte zu sorgen.

Dem Rundschreiben sind zwei Beigaben zugefügt: die eine besteht in einem Bericht des Ausschusses, in dem die Grundlagen des Ministerialerlasses im einzelnen erörtert sind; die zweite, ungleich größere, mit 4 Zeichnungen, führt eine Berechnung für eine Staumauer von dreieckigem Profil nach dem von M. Pigeaud, Generalinspektor der Brücken und Straßen, nach seinem Lehrgang in der Ecole des ponts et chaussées und seinem Werke: „Résistance des matériaux et élasticité" angegebenen Verfahren vor. (W. 88.) Dr. S.

Ein Fangdamm auf felsiger Flußsohle. Eine bemerkenswerte Fangdammkonstruktion kam im Flambeau-Fluß U.S.A. (nach Ing. News Record v. 14. Febr. 1924) zur Anwendung, wo in einer Stromschnelle der felsige Untergrund das Einrammen einer Spundwand verbot. Es wurden in der Flucht des Dammes aus Rundholz gezimmerte Steinkisten üblicher Bauart abgesetzt. Vor diesen Kisten wurde die Spundwand in einzelnen Tafeln eingebracht, die durch Rundhölzer so zusammengehalten wurden, daß die einzelnen hölzernen Spundbohlen durch die Reibung gehalten wurden, aber trotzdem bewegt werden konnten. Nachdem diese Tafeln gegen die Kisten abgestützt und gleichzeitig am Aufschwimmen verhindert waren, wurden die Spundbohlen mit einer 270 kg-Ramme soweit als irgend möglich auf die Felssohle abgerammt, wodurch ein der Sohlenform folgender, fast dichter Abschluß erreicht wurde. Die endgültige Dichtung geschah mit Erde. Der von nur

Digitized by Google

drei Mann mit einem Derrick erstellte 55 m lange Fangdamm war billig und kostete einschl. der Materialien nur 5000 Dollar. An einem 10stündigen Arbeitstag wurden 60 Spundbohlen gerammt. Die Trockenhaltung der Baugrube gelang mit einer kleinen Pumpe. (W. 83.) Ge.

Wasserkraftnutzung

Die nordischen Staaten auf der Welt-Kraftkonferenz. Auf der kürzlich zu Ende gegangenen Weltkraftkonferenz, die im Anschluß an die britische Reichsausstellung im Wembley-Park stattfand, wurde eine Fülle von wertvollem Material vorgetragen. Diese erste Weltkraftkonferenz ist deshalb ein bedeutender Markstein der technischen und industriellen Entwicklung, als zum ersten Male wieder ein ernsthaftes internationales Zusammenarbeiten auf wissenschaftlichem Boden damit eingesetzt hat, das für die Zukunft die besten Früchte verspricht. Dann aber war es auch notwendig, im Interesse des Fortschritts die wichtigsten Fragen der neuzeitlichen Kraftwirtschaft anzuschneiden, weil ein Zusammenwirken auf diesem Gebiet die größten Vorteile verheißt, ferner auch der ständige Gedankenaustausch durch Errichtung eines Ausschusses gewährleistet ist. So war denn die Abhaltung der Konferenzen für alle Beteiligten von großem Interesse und mit vielen Anregungen verknüpft, da die Entwicklung, wie sie in den einzelnen Ländern bevorsteht, ausführlich diskutiert wurde. Neben Deutschland, das diesmal gut vertreten war, zeigten sich die nordischen Länder Norwegen, Schweden und Dänemark äußerst rührig. Schon äußerlich läßt dies darauf schließen, daß die nordischen Länder am technischen Fortschritt nicht nur stark interessiert sind, sondern auch tatkräftig mitarbeiten. Vor allem ist es der Fortschritt auf dem Gebiet der Stromversorgung, die Elektrisierung der Bahnen, der zur Debatte steht, was durch zahlreiche Vorträge erwiesen wird. Hiermit stehen in Zusammenhang die Fragen der Ausnutzung der Wasserkräfte und die Verteilung auf die Abnehmerschaft. Weiterhin kommen in Frage Verkehrswesen und Schiffbau, bei welch letzterem Punkt die nordischen Länder ebenfalls eine wichtige Rolle einnehmen, steht doch Norwegen heute unter den seefahrenden Ländern mit seiner Handelsflotte an achter Stelle.

Unter den bedeutendsten Vorträgen ist zu erwähnen der von Arvid Ruths und A. Frey Samsoe über die Schwierigkeiten der jährlichen Eisperiode für Kraftwerke im Norden, und ihrer Begegnung. Ueber die Verwendung von Elektrizität in der Landwirtschaft berichten Nils Ekwall für Schweden und Faaborg Andersen für Dänemark. So sind die schwedischen Farmen schon zu 40 Prozent bereits mit elektrischem Strom versorgt. Einen äußerst interessanten Vortrag erhalten wir von A. R. Angelo, Nordsjaellands & Sporoejs A. S. und W. Rung von der Technischen Hochschule in Kopenhagen über die Transmission elektrischer Kraft von Norwegen nach Dänemark. Im Jahre 1921 bildeten die Staaten Norwegen, Schweden und Dänemark eine Kommission, um die Frage der Energieabgabe zu behandeln. Es handelt sich hierbei allerdings hauptsächlich um die technischen Einzelheiten, während eine wirtschaftliche Notwendigkeit heute noch nicht dringend erforderlich ist. Die Kabellegung soll entweder durch das Skagerrak oder über Schweden durch den Sund erfolgen. Im ersteren Fall würde die Kraftleitung von Kristianssand nach der Nordküste von Jütland, von dort nach Aarhus und weiter nach Kopenhagen via Samms und Kalund führen. Die Gesamtstrecke beträgt 565 Kilometer. Im zweiten Fall geht die Linie bei Kornsjo über die norwegisch-schwedische Grenze, dann längs der schwedischen Küste, der Oeresund wird bei Elsinore überschritten, von Kopenhagen erfolgt die Weiterleitung nach Korsör, Nyborg, Kolding und Aarhus, die Strecke hat eine Gesamtlänge von 985 Kilometer. Auf diese Weise hofft man 42 000 kW für den Anfang übertragen zu können und es steht durchaus fest, daß nach Erschöpfung der jetzigen Kraftquellen Dänemarks die Ueberleitung erfolgt. Eine Arbeit von Sandborg bezieht sich auf die Kraftversorgung des norwegischen Haushalts, wobei besonders die Umlage der Kosten Erwähnung verdient, da in Norwegen nur die Jahresbeiträge eingeführt sind, nicht die Zahlung nach dem tatsächlichen Verbrauch. Andere Arbeiten, die mehr allgemein-technischen Inhalts sind, vermitteln bedeutsame Einblicke in die nordische Industrie, die für Deutschland in mancher Hinsicht wichtig sind.

Wichtig für Deutschland ist vor allem die Einstellung auf die Bedürfnisse des nordischen Marktes, die daraus hervorgeht. Weiterhin muß die deutsche Industrie und Wissenschaft alle Mühe aufwenden, um den Konnex mit den nordischen Ländern enger zu gestalten. Es hat den Anschein, als wenn die wachsende Industrie dieser Länder ausländischer Bevormundung schrittweise entwachsen würde. Um so mehr muß es vermieden werden, daß die bestehenden Bande mit Deutschland gelockert werden und eine Orientierung erfolgt, die für uns nichts weniger als günstig ist. Die Fortschritte der deutschen Industrie und Wissenschaft werden in den nordischen Ländern genau verfolgt, was sich an einigen Beispielen deutlich erkennen läßt. Nur wenn die deutsche Industrie auf der Höhe bleibt, hat sie Aussicht, den wichtigen nordischen Markt wesentlich zu beeinflussen. Die Auswertung zahlreicher Erfindungen Schwedens und Norwegens in England bedeutet eine starke Konkurrenz für den deutschen Einfluß. Es wäre deshalb zu wünschen, wenn man sich der Wichtigkeit dieser Fragen nicht verschließen würde, und keine Mühe scheute, um sich auf dem nordischen Markt zu behaupten. Das kann nur, wie die Konferenz in London beweist, in enger Zusammenarbeit mit den Fachleuten der Länder geschehen, wenn ein Erfolg daraus ersprießen soll, der von Dauer ist und von beiden Seiten erkannt wird. (W. 208.)

Italienische Großkraftwerke. Die italienischen Behörden sind emsig bemüht, den Ausbau der Großwasserkräfte im ehemaligen Deutsch-Südtirol zu fördern. So wurde vor kurzem der Firma Canevari die Genehmigung zum Bau eines Werkes in den Zillertaler Alpen erteilt. Es handelt sich dabei um die Gewinnung einer Wasserkraft von 40 000 PS. Durch Errichtung einer 50 Meter hohen Talsperre im Taufererital bei Rein sollen etwa 30 Millionen Kubikmeter Wasser aufgespeichert werden. Das Betriebswasser, mit Mittel 4,3 Kubikmeter in der Sekunde, wird bis in die Nähe des Bades Winkel geleitet, dort im Kraftwerk ausgenutzt und fließt schließlich ins Ahrntal ab. Seit der italienischen Besetzung sind in Deutsch-Südtirol eine Reihe ähnlicher Großkraftwerke in Angriff genommen und sollen hauptsächlich der allgemeinen Energieversorgung und der Bahnelektrisierung dienen. (W. 191.)

Wasserkraftanlage der Niagara Falls Power Co. Wenn die Anlage der Niagara Falls Power Co. in diesem Sommer vollendet wird, so nimmt diese Gesellschaft, die 1918 gebildet wurde und einen Zusammenschluß sämtlicher Kraftwerkunternehmungen auf amerikanischer Seite des Wasserfalles bildet, die erste Stelle unter den Kraftwerkunternehmungen Amerikas ein. Der jetzt im Gange befindliche Ausbau, der mit dem älteren der Gesellschaft nicht zusammenhängt, wird auf 11 Millionen $ zu stehen kommen. Im ganzen sind 65 Millionen $ in die Gesellschaft hineingesteckt. Wenn der jetzt im Gang befindliche Bau vollendet ist, hat die Niagara Falls Power Co. einen Energievorrat von nahezu 700 000 PS zur Verfügung.

In der neuen Kraftstation werden drei Aggregate, jedes zu 70 000 PS, eingebaut. Im übrigen ist zu erwähnen, daß das Treibwasser durch einen gesprengten Drucktunnel von 1300 Meter Länge zugeleitet wird. Die Größtgeschwindigkeit im Tunnel ist 3,6 m/sek, und die Leistung 280 m³/sek. Der Tunnel beginnt bei Port Day, ungefähr eine englische Meile oberhalb des Falles, geht unter dem Geschäftsviertel in der Stadt Niagara Falls bis zu einem Punkte unterhalb des Falles, wo die Kraftstation gelegen ist. (W. 167) Dr. S.

Ein Seitenkanal zur Isére. Der Bezirksrat von Grenoble macht die Behörden darauf aufmerksam, daß die Erstellung eines Isére-Seitenkanals zwischen Chapareilland und Grenoble zur Notwendigkeit werde. Das beidseitig eingefaßte Flußbett fülle sich immer mehr durch das von den Bergen kommende Geschiebe, das Wasser sickere infolgedessen in die benachbarten Gebiete, verwandle sie

Digitized by Google

in Sumpf und mache die Ebene von Graisivaudan, die einst so fruchtbar war, zur Wüste. Der Bezirksrat ist der Ansicht, daß der Seitenkanal die Gelände wieder befruchten werde, daß er die Schiffahrt erleichtern und erst noch die Möglichkeit zur Gewinnung von 40 000 Pferdekräften bieten werde. (W. 195.

Energiewirtschaft

Um den Strompreis in Bayern. In der „Freien Donau" Heft 16 untersucht Dr. Schmitt den Einfluß der Inbetriebnahme der neuen bayerischen Großwasserkraftwerke auf die Strompreisgestaltung, wie sie sich den Stromabnehmern fühlbar machen wird. Da das Bayernwerk zwar jährlich vorerst schon beim gegenwärtigen Ausbau der Mittleren Isar rund 250 000 t. Kohlen einsparen hilft, aber nur vorwiegend mit Sommerkraft und daher die Dampfwerke und deren Personal für Winterleistung und Aushilfsleistung bei Störungen stets bereit sein müssen, wird das Bayernwerk lediglich die den Dampfwerken ersparte Brennstoffmenge einsparen helfen, d. s. 1– 1.5 kg Kohle je kWh, und der Preis für diese Kohlenmenge ist demnach der höchste vom Bayernwerk dem belieferten Werk gegenüber zu verrechnende Strompreis. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Bayernwerk vorläufig noch mit sehr hohen Fortleitungskosten für die kWh belastet ist, da der Ausbau des Leitungsnetzes aus technischen Gründen – abgesehen von den teilweise noch nicht aufgelegten Leitungen der Doppelleitungsstrecken -- sogleich für die volle spätere Uebertragungsleistung erfolgen mußte und ferner die Amortisationskosten für Leitungsanlagen einen wesentlich höheren Prozentsatz ausmachen wie für Kraftwerke. Freilich ist der Strompreis der Großwasserkraftwerke ab Kraftwerk, also sozusagen der Rohstrompreis, sehr gering. Die Fortleitungskosten und die Umwandlungskosten auf die jeweiligen Gebrauchsspannungen bis zum Konsumenten dürfen aber bei der Berechnung des Strompreises für den Abnehmer, also sozusagen des Gebrauchsstrompreises, nicht außer Betrachtung bleiben. In Bayern bewegen sich die Strompreise nach statistischen Aufstellungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke für Licht zwischen 10 und 60 dl kWh, für Kleinkraft zwischen 15 und 25 dl und für Großabnehmer zwischen 7 und 12 dl., ausgenommen besonders günstige Abnahmebedingungen bei 24stündigem dauerndem Strombezug oder Nachtstrombezug, wie für die chemische Großindustrie und dergl. In Bayern waren nach Erhebungen des Ministeriums des Innern die Lichtgrundpreise etwas geringer, die Kleinkraftpreise etwas mehr als im übrigen Deutschland gegenüber den Vorkriegspreisen gestiegen, im allgemeinen ist dennoch die Verteuerung der Kleinkraftpreise etwas geringer als im übrigen Deutschland, wobei allerdings schon vor dem Kriege infolge der dezentralisierten Stromverteilung in Bayern dieser Preis etwas höher als der Durchschnitt lag. Die Schweiz hat allerdings schon von jeher billiger gearbeitet als Deutschland.

Es wäre daher nach Ansicht des Verfassers verfehlt, für die einzelnen Abnehmer eine wesentliche Verbilligung der Strompreise durch das Bayernwerk und die Großwasserkraftwerke zu erwarten, so lange diese Großkräfte und die Leitungsanlagen des Bayernwerkes noch nicht voll ausgenützt sind. Dagegen erfordert der Vollausbau durch die spätere Fertigstellung des vierten Kraftwerkes der Mittleren Isar, die Angliederung des Obernachwerkes und Einleitung des Rissbaches keinen verhältnismäßig erheblichen Kapitalsaufwand mehr, sodaß sich dadurch für später der kWh Preis an der Abnahmestelle der einzelnen Stromverteilungsunternehmungen verbilligen wird.

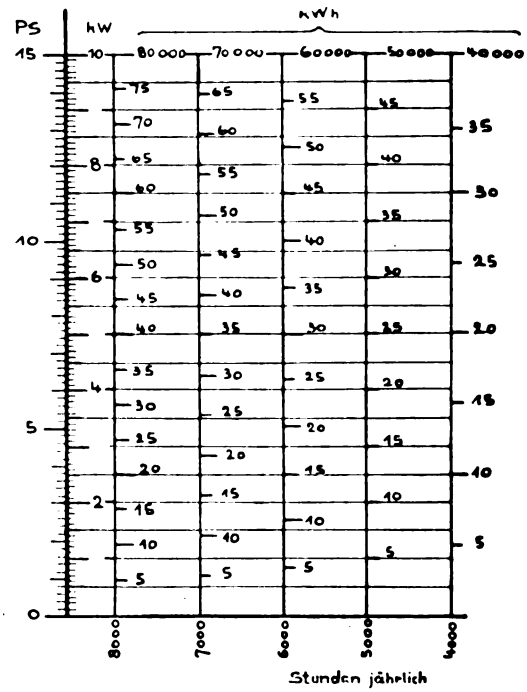
Der Strompreis wird sich stets nach dem Preis der ersparten Kohle richten und niemals einem starren Satze folgen können. In demselben Maße, wie sich die Kohlenpreise ändern, werden sich aber auch die Preise aller übrigen Produkte und damit das gesamte Preis-Niveau ändern, sodaß damit auch die Wiederbeschaffungskosten und damit die Abschreibungs- und Unterhaltskosten in ungefähr gleichem Verhältnis bleiben.

In volkswirtschaftlicher Hinsicht liegt der Erfolg des Bayernwerkes in der Sicherung der Energieversorgung und der Verringerung von Brennstofftransporten und unproduktiven Kosten, weniger vorerst in einer absoluten Verbilligung der Strompreise für den letzten Abnehmer.

Für die Preisgestaltung weiterhin sieht der Verfasser die Probleme der Speicherung und Nachtstromausnutzung als grundlegend an; wohl erstmals wird hier der Gedanke der Pumpen-Speicherung beim Walchenseewerk erwähnt, um die Nachtleistung der Niederdruckwerke zu veredeln. Daneben kommen Wärmespeicher und schließlich die Abgabe des Ueberschußstromes nach Württemberg und Sachsen in Frage.

Den beachtenswerten Ausführungen des Verfassers, insbesondere dem letzten Absatz, möchten wir voll beitreten, nicht so uneingeschränkt aber seiner Anschauung, daß sich eine Verbilligung des Strompreises nicht erhoffen läßt. Wenn auch keine übertriebenen Hoffnungen berechtigt wären, so erscheint doch die Verneinung jeglicher Stromverbilligungsmöglichkeit etwas zu weitgehend. D. Schriftltg.) (W. 187.)

Tafel zur Leistungsberechnung. Für die häufig wiederkehrende Umrechnung von PS Turbinenleistung auf kW abgegebener elektrischer Leistung und für die Jahresstromabgabe in kWh, die bei einer bekannten Maschinenleistung sich ergibt, dient die nachstehende praktische Tafel.



Der linke Maßstab zur Umrechnung von PS auf kW und umgekehrt zeigt links die PS-Teilung, rechts die entsprechende kW-Teilung aufgetragen, so daß sich z. B. für eine Turbinenleistung von 12 PS (bzw. 12 000 PS) eine abgegebene elektrische Leistung von 8 kW (bzw. 8000 kW) ergibt; es brauchen nur jeweils beiderseits gleich viel Nullen gesetzt zu werden. Die nach rechts anschließenden Maßstäbe geben die aus der vorhandenen PS- oder kW-Leistung gewinnbare Jahresstromerzeugung in kWh für verschiedene Ausnutzungsdauern von praktisch voller Ausnutzung (8000 Stunden jährlich) bis herab zu 4000 Benutzungsstunden. Zum Beispiel: Mit einer Jahresmittelleistung von 12 000 PS lassen sich bei 8000stündiger Ausnutzung jährlich (1. Maßstab) rund 64 000 × 1000 = 64 Millionen kWh, bei 6000stündiger Ausnutzung (3. Maßstab) rund 48½ Millionen kWh erzeugen. — Ebenso kann die Tafel auch rückwärts gebraucht werden, zum Beispiel ein Abnehmer braucht 45 Millionen kWh jährlich an 7000 Stunden; für denselben ist eine Generatorleistung von 6900 kW bzw. eine Turbinenleistung von rund 9700 PS nötig.

Digitized by Google

Die Versandung der Wolga. Der Steppen- und Dünensand bemächtigt sich immer mehr der Gebiete an der mittleren und unteren Wolga mit den Städten Zaritschin, Astrachan und Saratow. Der Wolga selbst droht die Versandung und die Kanäle werden trocken gelegt, wenn dieser Zustand weiterhin andauern sollte, und dann würde die Wolga nur noch während der Regen- und Schneeschmelzezeit schiffbar sein. Dieser mißliche Zustand ist durch die in jener Gegend durchgeführte Entwaldung verursacht worden. Nun ist aber eine deutsch-russische Gesellschaft gegründet worden zum Zwecke der Wiederherstellung der Wasserstraßen der Wolga und der Durchführung der Schiffahrt daselbst. Mit erschreckender Deutlichkeit zeigen sich hier die Folgen, mit welchen sich die Raubwirtschaft am Waldbestand im Unterlauf der Flüsse rächt.

Kurze Nachrichten

Straubing. Im Juli 1923 wurde von der Stadt Straubing und der Bayer. A.G. für Energiewirtschaft, Bamberg, das Kraftwerk Höllenstein gegründet. Die Sprengarbeiten am Werk sind nahezu vollendet, ein Teil der Staumauer und die Wohnhausbauten für das Personal im Rohbau vollendet. Die Länge der ganzen Staumauer einschließlich Krafthaus wird ungefähr 100 m betragen. Die Lokalbahn A.G. Viechtach-Gotteszell plant eine Verlängerung der Bahn von Viechtach nach Blaibach, wodurch das Kraftwerk dann leicht zu erreichen ist. Nach Fertigstellung des Werkes wird das Dampfkraftwerk in Straubing stillgelegt. — **Brückenau.** Der Stadtrat beschloß die Aufnahme eines Darlehens von 20 000 Mark zur Bestreitung der Kosten für Dammbrucharbeiten am Wasserkanal, Anlegung eines Streichwehres und Beschaffung von 67 Zellen für Akkumulatorenbatterien. — **Lehe** (Pr. Hann.). Die städtischen Kollegien bewilligten 33 000 Mark für die Erweiterung des Wasserwerkes. — **Welzheim** (Württ.). Die Stadtgemeinde Welzheim beabsichtigt in Verbindung mit der Firma Hasis u. Hann A.G. Klingenmühle den Ebnissee als Speicherbecken für den Betrieb einer Wasserkraftanlage auszubauen. — **Riga** (Lettland). Die A.E.G. plant, bei Riga ein großes Kraftwerk zu errichten. Dem Unternehmen soll die Form einer A.G. gegeben werden, an welcher außer der A.E.G. die lettische Regierung, die Stadtverwaltung von Riga und eine schweizerische Großbank beteiligt sein werden. — **Reval** (Estland). Die Stadtverwaltung hat eine Anleihe von 100 000 L aufgenommen, die zum Bau eines neuen Wasserwerkes verwendet werden sollen.

Geschäftliches

Ausländisches Kapital bei den österr. Wasserkraftunternehmungen. Der Niederösterr. Elektrizitäts-Wirtschafts A.-G. (Newag) wird, nachdem die Chefs des New Yorker Bankhauses Morgan, Livermore & Co. bei wiederholten persönlichen Anwesenheiten in Wien von den Betriebs- und Bauverhältnissen der Gesellschaft die besten Eindrücke sich erholt hatten, zum weiteren Ausbau ihrer Werke eine Obligationsanleihe von drei Millionen Dollar seitens dieses Hauses gewährt, welche inzwischen auf dem amerikanischen Geldmarkt zur Vorsubskription aufgelegt wurde. Die Gesamtbelastung aus Zinsen, Begebungskurs und Spesen stellt sich auf jährlich etwa 11¾ Prozent, wobei der Gesellschaft die Möglichkeit gegeben ist, bei sinkendem Zinsfuß nach zehn Jahren eine Konvertierung der Anleihe bzw. eine vorzeitige Rückzahlung des Darlehens durchzuführen. Zur Ausgabe kommen 6½prozentige Obligationen, rückzahlbar innerhalb zwanzig Jahren.

Die steyermärkische Wasserkraft- und Elektrizitäts A.-G. (Steweag) hat durch Beschluß der Edison-Gesellschaft in Mailand aus den für sie im Vorjahre reservierten 170 Milliarden Kronen nunmehr 80 Milliarden von der Banca Commerciale Romana ausgefolgt erhalten. Wie bekannt, hat die genannte Edison-Gesellschaft im Vorjahr zusammen mit der Banca Commerciale Italiana und dem Credito Italiano den Ausbau des Teigitschwerkes übernommen; den Unternehmungen steht der italienische Finanzmann Graf Castiglioni nahe. (W. 205)

Neue polnische Kanalprojekte. Die mit einem Kapital von 200 000 Zloty gegründete Aktiengesellschaft „Drogi Wodne Polski" plant u. a. den Bau einer schiffbaren Wasserstraße zwischen Bug, Kanal Krolewski (Königskanal), Pripet, Dnjepr, Warschau, Lowicz, Leczyca, Kolo, Konin. Ferner ist der Bau eines Kanals auf folgender Linie geplant: Leczyca, Lodz, Czenstochau, Oberschlesien, Krakau. Sodann ist beabsichtigt, eine Verbindung Krakau, San, Lemberg, Brody, Styr, Pripet herzustellen. Auch der Ausbau der Kanäle und Flüsse im Wilnagebiet ist vorgesehen. Natürlich ist die Durchführung dieser Projekte nur in mehreren Jahrzehnten zu bewältigen. Ferner hat die polnische Regierung den Bau des Kanals Oberschlesien, Warthe, Goplosee, Weichsel, Ostsee projektiert. Zur Finanzierung dieses Projektes sollen die am Kanalbau interessierten Städte herangezogen werden. Eine besondere Kommission hat nunmehr endgültig den Lauf des Kanals festgelegt. Da der Goplosee nicht imstande wäre, neben dem Bromberger den neu zu erbauenden Kanal mit Wasser zu versorgen, hat die Kommission beschlossen, den Kanal in der Richtung Bromberg, nicht Thorn, zu führen. (W. 190.)

Vereine — Versammlungen

Die Deutsche Verkehrsausstellung München 1925 begegnet bereits starkem Interesse in Fachkreisen, wie sich aus zahlreichen beim Werbeausschuß eingelaufenen Anfragen und Anmeldungen der Fachverbände ergibt, die beabsichtigen, ihren nächstjährigen Kongreß in München abzuhalten. Das ist nicht zu verwundern bei der ungeheuren Vielseitigkeit der Ausstellung, die an Umfang und Reichhaltigkeit nicht so bald ihresgleichen finden wird. Es kann den Vereinen und Verbänden nicht genug empfohlen werden, diesen Weg einzuschlagen, um einer größeren Anzahl ihrer Mitglieder Gelegenheit zum gleichzeitigen Besuch der Ausstellung zu geben. Die heutigen wirtschaftlichen Verhältnisse verbieten es den meisten Menschen, sich zwei Reisen zu gestatten, also wird entweder die Jahresversammlung oder die Ausstellung zu kurz kommen. Das läßt sich vermeiden, wenn die Versammlung während der Ausstellungszeit in München stattfindet. Die Frage der Unterkunft wird keinen Schwierigkeiten begegnen, zumal wenn darauf Bedacht genommen wird, daß die Versammlungen nicht alle in der Hauptreisezeit stattfinden, sondern sich auf die ganze Dauer der Ausstellungszeit (Juli—Oktober) verteilen.

Die Bodenseeabflußregulierung, die Rheinschiffahrt, die Kraftausnützung und der Hochwasserschutz. VK. Die diesjährige Hauptversammlung des Rheinschiffahrtsverbandes Konstanz, die am 22. Juni in der Inselstadt Lindau am Bodensee stattfand, gestaltete sich zu einem eigentlichen Bodenseeregulierungstag. Aus der Schweiz waren auch mehrere Vertreter des „Vereins für die Schiffahrt auf dem Oberrhein" in Basel anwesend wie auch ein solcher der Basler Rheinschiffahrtsdirektion. Auch der mit dem Rheinschiffahrtsverband Konstanz in enger Arbeitsgemeinschaft stehende Nordostschweizerische Verband für Schiffahrt Rhein-Bodensee war nicht ausgeblieben. Die Verhandlungen leitete der Präsident, Kommerzienrat Stiegeler, Konstanz. Unter den Begrüßungsansprachen ist besonders diejenige von Ministerialdirektor Dr. Fuchs, vom badischen Arbeitsministerium zu erwähnen, da sie einen programmatischen Charakter aufwies. Er verdankte die Arbeit, die der Rheinschiffahrtsverband Konstanz bereits geleistet hat, und betont, daß die Badische Regierung den Bestrebungen des Verbandes als Freund gegenüberstehe. „Keine badische Regierung könne anders, denn das Land Baden erwarte von der Ausdehnung der Rheinschiffahrt bis zum Bodensee eine Befruchtung seiner gesamten Tätigkeit. In gleichem Sinne sprach auch der vorarlbergische Vertreter: da Oesterreich nicht mehr ans Meer grenze, müsse es den Weg dahin über die Flüsse suchen. Wohl sei der Finanzminister in Wien in Bezug auf die Bodenseepläne noch etwas schwerhörig, aber er werde wie seine Vorgänger auch wieder gesund werden. Auf jeden Fall halte Vorarlberg „zur Stange".

Handelskammersyndikus Braun, Konstanz, Geschäftsführer des Verbandes, gab sodann eine kurze Geschichte des Verbandes seit seiner Gründung im Jahre 1907. Die

Digitized by Google

Durchführung der Schiffbarmachung wird nach Maßgabe der Erstellung der Kraftwerke vor sich gehen müssen, deren Stauhaltungen und Schleusen von der Schiffahrt zu benützen sein werden. Wann das ganze Werk einmal verwirklicht werden wird, ist heute noch nicht abzusehen, aber die Hindernisse, die der Sache entgegenstehen, sind mehr künstlicher als natürlicher Art und liegen begründet in den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen. Was die Strecke Straßburg-Basel anbetrifft, so mögen die Vernunftgründe die beste Lösung finden, aber eines ist notwendig, daß nämlich die Bestimmungen der Rheinschiffahrtsakte durchwegs dabei Anerkennung finden. — Als Ort der Hauptversammlung im Jahre 1925 wurde Waldshut bestimmt.

Alsdann folgten die Referate und zwar zuerst dasjenige des Ministerialdirektors Dr. Fuchs vom badischen Arbeitsministerium über die Bodenseeabflußregulierung. Die Bodenseeabflußregulierung ist nötig, weil der natürliche Wasserhaushalt des Rheines heute den Anforderungen der Schiffahrt, der Kraftausnützung und des Hochwasserschutzes nicht mehr genügt. Im Bodensee kann bei einer Flächenausdehnung von 537 qkm eine Wassermenge von durchschnittlich 1 Milliarde qm zurückgehalten werden. Dieser Wasserretention hat die Schiffahrt ihre großartige Entwicklung zu danken. Wenn sich die Schwankungen des Seespiegels jeweils bis hinunter nach Holland würden bemerkbar machen, dann würde die Schiffahrt einmal durch Hochwasser und dann wieder durch Niederwasser gehindert. Ebenso hat die Kraftausnützung und die Landwirtschaft aus der Retention des Wassers immer Nutzen gezogen. Der Abfluß muß nun künstlich so geregelt werden, daß damit zugleich allen Nutznießern geholfen wird. Ihre Interessen greifen zwar ineinander, weil die Forderungen, die von den einzelnen Nutznießern wie Schiffahrt, Kraftausnützung und Hochwasserschutz an die Regulierung gestellt werden, voneinander abweichen. So hat z. B. die Schiffahrt an einer Abflußregulierung nicht überall die gleichen Interessen: Auf dem Oberrhein bis Mainz treten periodische Niederwasser stets im Winter auf, so daß also diese Strecke einen Wasserzuschuß im Winter verlangt, während dies auf der Strecke von der Nahemündung bis Holland gerade umgekehrt ist, weil die dortigen Nebenflüsse gerade im Winter Hochwasser führen, so daß diese untere Strecke eher im Sommer auf Zuschüsse aus dem Bodensee angewiesen ist. Will man also der Schiffahrt helfen, so müssen im See große Wasseraufspeicherungen vorgenommen werden, was aber wiederum im Widerspruche steht mit den Forderungen des Hochwasserschutzes. Die Kraftwerke haben ungefähr die gleichen Interessen wie die Schiffahrt. Die Winterenergie ist für sie wertvoll. Ohne Wasserzuschüsse im Winter muß sie sich mit Akkummulier- oder Dampfanlagen behelfen oder sie ist gezwungen, den billigen Sommerstrom an die elektrochemische Industrie abzugeben. Diese siedelt sich aber erst dann an, wenn die Schiffahrt billige Transportkosten schafft, und so stehen Kraftausnutzung und Schiffahrt am Oberrhein in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis zu einander.

Als zweiter Referent sprach sodann Baurat J. Altmayer von der badischen Wasser- und Straßenbaudirektion über den Stand der Arbeiten für den Ausbau des Oberrheins zwischen Basel und dem Bodensee. Er schilderte die Entwicklung der Schiffahrt auf dem Oberrhein und gibt Kenntnis von der regen Tätigkeit der schweizerisch-badischen Rheinkommission, welche in mehreren Tagungen und nach gründlicher Prüfung die Normalien für den Schiffahrtsweg von Basel zum Bodensee aufgestellt hat. Der Normaltyp wird der 1200 Tonnen-Kahn sein und diesem Typ entsprechend werden die Dimensionen der Schiffahrtseinrichtungen der Schleusen und Vorhäfen, die Wassertiefe, etc. sein. Die badische Regierung hat die Kilometrierung der erwähnten Strecke durchgeführt, eine Reihe von neuen Pegeln erstellt, zahlreiche Querprofile aufgenommen und ein genaues Nivellement, wie ein solches auch schweizerischerseits in Arbeit ist. Sehr interessant waren die Mitteilungen über die Studien betreffend die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Dampfergrößen auf dem Oberrhein. So wäre für die Schiffahrt Straßburg-Basel der Dampfer von 2200 PS. wesentlich wirtschaftlicher als solche mit einer schwächeren Maschinenleistung. (W. 135.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserbau. Ermittlung der sekundlichen Abflußmengen in natürlichen Flußläufen auf Grund von Oberflächengeschwindigkeitsmessungen. Von Prof. M. Matakiewicz. „Oesterr. Monatsschrift für den öff. Baudienst u. d. Berg- und Hüttenwesen." 1924, Nr. 7, S. 98—99. 2 Abb. (Nähere Angaben über das Resultat der Untersuchungen.) Im Anschluß: Bemerkungen zu vorstehendem Aufsatz. Von Ministerialrat Ing. R. Ehrenberger, S. 99—100. 2 Abb.

— Untersuchungen über die Wasserdurchlässigkeit von Zerrüttungsstreifen im Gebirge. Von Prof. Dr. I. Stiny. — Die Wasserwirtschaft, Wien, 1924, H. 17, S. 291—292. (Proben aus verschiedenen Zerrüttungsstreifen wurden geschlämmt zur Bestimmung des Anteiles der einzelnen Korngrößen nach Atterberg. Wenn Rohton und Schluff zusammen weniger als 10 Prozent, und Rohton unter 2 Prozent, dann unter Ueberdruck Durchlässigkeit; bei Rohton und Schluff etwa 35 Prozent, mit Rohton mehr als 10 Prozent kann Undurchlässigkeit bis 5 atm vorausgesetzt werden.)

— Probleme des Talsperrenbaues in der Schweiz. — Vortrag von Dr.-ing. Stucky. — Schweizerische Wasserwirtschaft, 1924, H. 7, S. 129—135 und H. 8, S. 149—151. (Notwendigkeit und Wert der Speicherung, Energiepreis-Verbesserung. Projektierung: Dichtigkeitsfrage; zulässige Mauerhöhe [dzt. bei 120 m]; Schwergewichts- und Ambursen-Mauer, aufgelöste Bauweise, Gewölbemauer. Verkleidung der Mauern, Erdbeben-Gefährdung bei uns nicht zu befürchten. Gußbeton; Zusammensetzung des Betons: Sandzement bringt keine wesentlichen Einsparungen. Individuelle Lösung jedes Falles ist nötig, zur Schematisierung fehlen noch manche Erkenntnisse.)

— Die Wasserbewegung beim Betriebe von Kammerschleusen. Von Reg.- und Baurat Dr. B. Schumacher, Duisburg-Meiderich. „Z. d. V. D. I.", 1924, Nr. 31, S. 803—808. 8 Abb. (Aufstellung von Gleichungen für die Wasserbewegung unter gewissen Voraussetzungen. Behandlung der Einwirkung vieler Ausflußöffnungen auf die gesamte Wasserführung. Vergleich der Ergebnisse der Ableitungen mit denen von Versuchen.)

— Der Einfluß von Talsperren auf Eisgänge. Von Reg.- und Baurat Krieg, Kassel. „Zentralbl. d. Bauv.", 1924, Nr. 24, S. 199—200. (Beweisführung für die günstige Einwirkung der Waldecker Talsperre gegen Eisgang an Hand von statistischen Beobachtungen.)

— Wasserdurchfluß durch Mönche. Von Reg.- und Baurat K. Pfeiffer, Berlin. „Zentralbl. d. Bauverw.", 1921, Nr. 25, S. 207—210. 5 Abb. (Angaben über Modellversuche zur Feststellung der Leistungsfähigkeit von zum Regeln und Ablassen des Wassers aus Fischteichen dienenden Mönchen [Wasserständer] in der Berliner Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau.)

— Temperatureinflüsse auf Druckstollen. Von Ing. Prof. Fantoli. — Deutsche Wasserwirtschaft, 1924, H. 8, S. 219—221, m. 1 Abb. (Rechnerische Behandlung des Temperaturverlaufes und der Deformation der Stollenwand ohne Rücksicht auf deren Elastizität. Kritik der Veröffentlichung von Sattler in Schweiz. Bauztg., 1923, 8. Dez.)

Wasserkraftanlagen. Deutsche Wasserkraftwerke. B.B.C.-Mitteilungen (Mannheim), 1924, H. 1/2, S. 1—17, m. 68 Abb. (Kurze Beschreibung von 29 deutschen und anhangsweise drei ausländischen Wasserkraftanlagen aller Gefälle und Leistungen, z. T. mit Pumpenspeicherung, welche von B.B.C. ausgerüstet sind.)

— Die Hydro-Elektrische Anlage Buitreras am Guadjaro. Von Regard. — B.B.C.-Mitteilungen (Baden), 1922, H. 1 (Sonderdr. 740 D). — Beschreibung des elektrischen Teiles in Ergänzung der Beschreibung des hydraulischen Teiles in Schweiz. Bauztg., 1921, vom 4., 11. und 25. Juni.)

— Die Kraftwerke Oberhasli. — Hoch- und Tiefbau, 1924, H. 34, S. 294—296, m. 2 Abb. (Kurze Dar-

Digitized by Google

stellung des Projektes der Bernischen Kraftwerke A.-G. für das Kraftwerk Handeck mit Sperren an der Grimsel und Gelmersee, 100 000 PS install. Leistung mit 223 Mill. kWh jederzeit verfügbarer Speicherleistung.)

— Eine neue Rohrbruchsicherung von Hochdruckwasserkraftanlagen. Von Prof. Dr. H. Baudisch. Die Wasserwirtschaft, Wien, 1924, H. 17, S. 292—294, m. 2 Abb. (Wegen der Gefahr des Versagens der selten betätigten selbsttätigen Absperrvorrichtungen wird der Saugheber am Einlauf der Rohrleitung mit selbsttät. Belüftung empfohlen. Zahlenbeispiel für die Wirksamkeit.)

Wasserkraftmaschinen. Die Eigenschaften der Wasserturbinen bei gleichbleibender Drehzahl und stark veränderlichem Gefälle. Von Obering. R. Dubs. — Z. d. V. d. I., 1924, H. 34, S. 872 bis 876, m. 10 Abb. (Aus den Bremskurven werden die Kurven für das Verhalten bei gleichbleibender Drehzahl und veränderlichem Gefälle entwickelt und Näherungsformeln für Leistung und Wirkungsgrad abgeleitet. Auswertung von Bremsergebnissen auf Grund derselben. Kaplan- und Propellerturbine besitzen in hohem Maß die für wirtschaftlichen Ausbau von Niedergefällen nötige Unempfindlichkeit gegenüber Gefällsänderungen.)

— Die Einheitsgrößen von Becherturbinen unter wechselnden Bedingungen. Von Dr.-ing. G. Karrass. — Z. d. V. d. I., 1924, H. 35, S. 902—904, m. 9 Abb. (Deren Einheitsgrößen sind abhängig von der Reibung und dem Verhältnis von Umfangsgeschwindigkeit zum Gefälle. Berechnung der Aenderungen von spezif. Drehzahl, Wassermenge, Leistung, Drehzahl, Drehmoment.)

Wasserkraftnutzung. Der Lünersee. Von Ing. Dr. F. Sitte. — Die Wasserwirtschaft, Wien, 1924, H. 17 und 18, S. 289—291 und 306—308, m. 3 Abb. (Heutige wirtschaftliche Forderungen: hohes Gefälle und Jahresspeicherung, beides einfachst, d. h. ohne teuere Sperrenbauten, ausnutzbar beim Spullersee — zwei kleine Sperren, 25,2 Mill. kWh jährlich bei 805 m Gef. —, beim Achensee — eine niedrige Sperre, bis 100 Mill. kWh jährlich, 400 m Gef. — und beim Lünersee: Geologisches. Speicherleistung. Pumpenspeicherung. See-Absenkung und -Abdichtung. Bedeutung des Lünersees für Vorarlberg, Schweiz und Süddeutschland.)

Wasserversorgung. Hydrologische Vorarbeiten zur Wasserversorgungsanlage der neuen Kasernen in Neustadt a. d. H. Von Dr.-Ing. G. J. Lehr. „Ges. Ing." 1924, Heft 32, S. 347—349; 1 Abb.; 1 Zahlentafel. (Allgemeines über die Anlage. Wahl des Versuchsfeldes. Ergebnisse der Untersuchungen. Chemische Eigenschaften des Grundwassers. Bakteriologische Untersuchungen.)

Buchbesprechungen

Die Grundwasserabsenkung in Theorie und Praxis. Von Dr. Ing. Joachim Schultze, Privatdozent an der Technischen Hochschule Berlin. Verlag Julius Springer, Berlin 1924, 138 S., 76 Textabb., Preis broschürt: Mk. 6.—.

Außer einer Reihe von Einzelabhandlungen in verschiedenen Fachzeitschriften über das Verfahren der Grundwasserabsenkung, das in den letzten zehn Jahren eine so überragende Bedeutung im neuzeitlichen Baubetrieb in Deutschland erfuhr, ist seit der vor elf Jahren erschienenen und seit vier Jahren vergriffenen Schrift von Kyrieleis keine erschöpfende Darstellung hierüber mehr erschienen. Es wird daher diese Neuerscheinung bei allen Wasserbauingenieuren dem regsten Interesse begegnen. Im 1. Abschnitt werden die theoretischen Grundlagen in erschöpfender Weise behandelt, insbesondere die Lehrsätze der wagrechten Grundwasserbewegung und Gleichungen für die in neuer Zeit mehrfach angewandte Absenkung unter offenen Gewässern. Im zweiten Abschnitt sind bemerkenswerte und auch für Fachleute neue Angaben über die Ausführung, Ausbildung der Anlage und ihrer Bestandteile, sowie über die Berechnung gemacht. Sehr wertvoll sind die Mitteilungen der Ursachen über teilweises Versagen der Absenkung, z. B. an der Inselbrücke der Untergrundbahn Berlin und die hieraus folgenden Nutzanwendungen. Die Veröffentlichung einer Reihe ausgeführter Beispiele, wie der Ammoniakbehälter in Leipzig, die Schleusen in Wemeldingen und Plötzensee, der Hauptbahnhof in Leipzig und das Kabelwerk in Gartenfelde, mit guten Abbildungen versehen, beschließt das in Inhalt und Ausstattung wohlgelungene Werk. (W. 207.) Kra.

Goldmarkbilanzen. Von Prof. Dr. Heinrich Rheinstrom (Richard Pflaum Verlag A.G. München). Um dieses Thema, das eine der schwierigsten Fragen der deutschen Wirtschaft berührt, ist in den letzten Monaten viel geschrieben und debattiert worden, fast so viel, daß diese Schwierigkeit des Gegenstandes durch die Unzahl der Broschüren und Aufsätze unübersichtlich geworden, noch vergrößert erscheint. Demgegenüber ist es eine dankenswerte, von Handel und Industrie nur zu begrüßende Aufgabe gewesen, der Materie der Goldmarkbilanz in knappster Form eine übersichtliche Zusammenfassung zu geben. Da alle zur Führung von Handelsbüchern verpflichteten Kauf-

Digitized by Google

leute und Gewerbetreibende bilanzpflichtig, also auch zur Goldmarkumstellung gezwungen sind, sind weiteste Kreise an einer sachlichen Orientierung interessiert. Die Broschüre bringt den Inhalt der Verordnung über Goldmarkbilanzen und ihre Durchführung, enthält verschiedene Einzelprobleme, wie die der Kapitalkonten der offenen Handelsgesellschaften und Kommanditisten, Behandlung der Sonderaktien bei der Umstellung, Anfechtung der Goldmarkeröffnungsbilanz, Richtlinien für die Praxis der Umstellung. Als Anhang findet sich eine erschöpfende Zusammenstellung der Rechtsquellen.

Nach einer dreimaligen Fristverlängerung ist der Termin für Vorlegung der Goldbilanzen auf den 30. November — wie anzunehmen ist — endgültig festgelegt worden. Die Schrift ist also aktuell und kann, da sie in klarer, übersichtlicher Weise zum Problem der Goldmarkbilanz und den damit zusammenhängenden Fragen Stellung nimmt, Leitern kaufmännischer Unternehmungen nur empfohlen werden. (W. 209.) Dr. F.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Gesamtauflage liegt ein Prospekt der Firma EISENWERK WESERHÜTTE AKTIENGESELLSCHAFT BAD OEYNHAUSEN I. WESTFALEN bei, auf den wir unsere Leser besonders aufmerksam machen.

ADRESSEN
aller Branchen aus Deutschland u. Ausland

Adressen-Verlag
„Bavaria"
München
Fürstenfelderstraße 13
Telefon 23184

Größter Adressen-Verlag Süddeutschlands ★ Eigene Buch- und Reklame-Druckerei

Soeben erschien
„Goldmarkbilanzen"
von Prof. Dr. Heinrich Rheinstrom,
Rechtsanwalt / Preis broschiert Mk 2.—

Die Umstellung von Papiermark auf Goldmark bringt für Kapitalgesellschaften u. Einzelunternehmer große Schwierigkeiten mit sich. Zu ihnen nimmt der auf diesem Gebiet autoritative Verfasser an Hand des letzten Materials mit großer Klarheit Stellung.

★

Zu beziehen durch jede Buchhandlung oder direkt vom
Richard Pflaum Verlag A. G.
München

FRIED. KRUPP AKTIENGESELLSCHAFT ESSEN

LUDIN A.-G.
Ingenieurbüro für Wasserkraft, Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung
Technische, wirtschaftliche und finanzielle Beratung, Gutachten, Entwürfe, Bauleitung
Arbeitsweise nach den Grundsätzen des Vereins beratender Ingenieure (VBI)
Karlsruhe I. B. Kreuzstraße 2 Beim Schloßplatz

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 20 **München, 15. Oktober 1924** **19. Jahrgang**

Das Sankey-Diagramm der Wasserturbine.

Von Professor Dr. H. Baudisch, Wien.

In der technischen Wärmelehre hat sich das Sankey-Diagramm seit langem als Wärmestrombild eingebürgert. Es nimmt in der heutigen Wärmewirtschaft eine überragende Stellung ein und ist ein unentbehrliches Hilfsmittel des Wärmeingenieurs geworden, um die verwickeltsten Wärmevorgänge in geradezu vorbildlicher Anschaulichkeit darzustellen.

Es ist naheliegend, dieses Diagramm auch auf andere Wissensgebiete zu übertragen, um auch dort aus dessen Anschaulichkeit Nutzen zu ziehen. Im folgenden soll der Versuch gemacht werden, die Vorgänge in der Vollstrahlturbine an Hand dieses Diagrammes zu verfolgen.

Arbeitet eine Vollstrahlturbine unter dem Gefälle H, wird in derselben ein Teil ϱH als Reibungs- und Wirbelverlust des Wassers aufgezehrt, tritt das Wasser aus deren Laufradzellen mit der Absolutgeschwindigkeit c_2 aus, beträgt demnach die Austrittsenergie des Wassers aus dem Laufrade $\frac{c_2^2}{2g}$, wobei g die Beschleunigung der Schwere darstellt, so wird in der Turbine das Gefälle

$$\eta H = H - \varrho H - \frac{c_2^2}{2g} \quad \ldots\ldots\ldots 1)$$

nutzbar gemacht. Es wird als das arbeitende Gefälle oder als das Nutzgefälle bezeichnet, und stellt hiebei

$$\eta = 1 - \varrho - \frac{c_2^2}{2gH} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 2)$$

den hydraulischen Wirkungsgrad der Turbine dar. Gleichung 1.) kann durch Fig. 1 veranschaulicht werden, welche

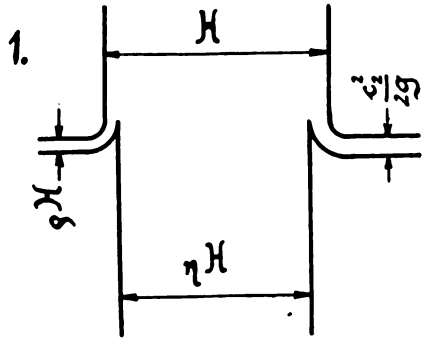


Abb. 1. Wasserturbine ohne Rückgewinn.

bereits als das einfachste Sankey-Diagramm einer Wasserturbine anzusprechen ist.

Der Gefällsanteil ϱH ist als uneinbringlicher Verlust zu bezeichnen, er kann durch Vermeidung scharfer Krümmungen, durch kurze, glatte Schaufeln, durch Verminderung der Schaufelzahl, durch Weglassung eines Laufradkranzes usw. möglichst klein gehalten werden. Der Gefällsanteil $\frac{c_2^2}{2g}$ hingegen kann bei den Vollstrahlturbinen, bei denen das Wasser in geschlossenem Bande die ihm zur Verfügung stehenden Durchflußquerschnitte voll ausfüllt, teilweise wieder hereingebracht werden. Hiefür stehen zwei Wege offen:

I. Wird an die Turbine ein sich allmählich erweiterndes Rohr angeschlossen, in welchem sich die Geschwindigkeit c_2 auf den kleineren Wert c_3 ermäßigt, so wird von der Austrittsenergie $\frac{c_2^2}{2g}$ der Teil $\frac{c_2^2 - c_3^2}{2g}$ wieder zurückgewonnen, so daß nur mehr die Energiemenge $\frac{c_3^2}{2g}$ als Verlust zu bezeichnen ist. Das Nutzgefälle ηH vergrößert sich durch diesen Rückgewinn auf

$$\varepsilon H = \eta H + \frac{c_2^2 - c_3^2}{2g},$$

ein Wert, der sich unter Berücksichtigung der Gleichung 1.) auch in der Form

$$\varepsilon H = H - \varrho H - \frac{c_3^2}{2g} \quad \ldots\ldots 3)$$

schreiben läßt. Hiebei stellt

$$\varepsilon = 1 - \varrho - \frac{c_3^2}{2gH} \quad \ldots\ldots\ldots 4)$$

den hydraulischen Wirkungsgrad der Turbinenanlage dar. Gleichung 3.), bzw. dieses Rückgewinnverfahren kann durch das Sankey-Diagramm Figur 2 versinnlicht werden. Ein derartiger Rückgewinn wird durch jedes sich allmählich erweiternde Saugrohr, sei dasselbe mit gerader oder gekrümmter Achse ausgeführt, erzielt.

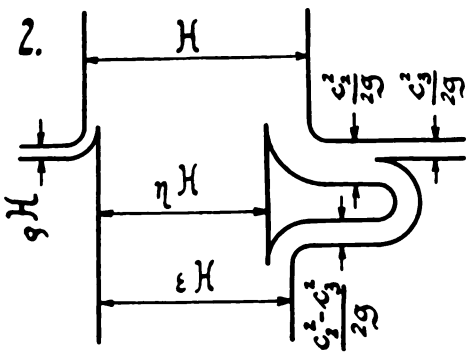


Abb. 2. Wasserturbine mit dynamischem Rückgewinn.

Dieses Verfahren, welches noch vor wenig Jahren einzig bekannt war, da aber fast schon seit dem Geburtstage der Vollstrahlturbinen in Verwendung stand, weist die Eigenschaft auf, daß es geschwindigkeitssteigernd wirkt, in dem Sinne, daß die in der Turbine auftretenden Geschwindigkeiten, somit auch die Drehzahl und der Wasserverbrauch durch Steigerung des Wertes ηH auf εH sich im Verhältnis $\sqrt{\frac{\varepsilon H}{\eta H}}$ erhöhen. Diese Erhöhung brachte solange

Digitized by Google

keine Nachteile, als die Austrittsenergie $\frac{c_2^2}{2g}$ noch verhältnismäßig klein war. In dem Maße jedoch, als in den letzten Jahren durch Steigerung des Schnelläufigkeit diese Austrittsenergie immer größer und größer wurde, wurde dieses Rückgewinnverfahren für die weitere Entwicklung der gebräuchlichen Turbinen, sowie der damit erzielbaren Schnelläufigkeit geradezu hemmend. Man schien vor einer unübersteiglichen Grenze zu stehen.

II. Wird jedoch einer Turbine eine mehr oder minder plötzliche Umlenkung vorgeschaltet, so kann dieselbe als ein auf Borg arbeitender Energiegenerator wirken, wenn die darin erborgte Energie hinter dem Laufrade wieder vernichtet wird. Die Energievernichtung hinter dem Laufrade wird am einfachsten und natürlichsten durch eine dem Laufrade nachgeschaltete plötzliche Umlenkung erzielt, wobei durch eine derselben teils vor-, teils nachgeschaltete Erweiterung deren geschwindigkeitshemmende Rückwirkung auf den Durchfluß durch die Turbine wieder wettgemacht werden muß. Unter Beibehaltung der vorstehend angewendeten Bezeichnungsweise, unter der Annahme also, daß die Wassergeschwindigkeit im Endaustrittsquerschnitte auf den Wert c_3 ermäßigt wird, kann auch durch dieses Verfahren die Energie $\frac{c_2^2 - c_3^2}{2g}$ zurückgewonnen werden, so daß auch hier die Gleichungen 3.) und 4.) gelten. Das zugehörige Sankey-Diagramm ist in Fig. 3 dargestellt.

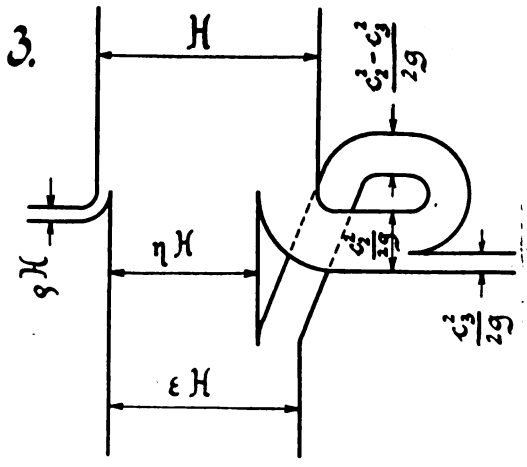


Abb. 3. Wasserturbine mit statischem Rückgewinn.

dynamischem Wege zu erzielen. Das Sankey-Diagramm dieses Kombinationsverfahrens ist in Fig. 4 veranschaulicht, in welcher der Energiestrom $m\,\frac{c_2^2 - c_3^2}{2g}$ auf statischem, der Energiestrom $n\,\frac{c_2^2 - c_3^2}{2g}$ auf dynamischem Wege zurückgewonnen wird, wobei $m + n = 1$.

Die Entdeckung des Verfahrens II ist das Verdienst Professor Kaplans, sie brachte, wie der Fachwelt erinnerlich, einen ungeheueren Fortschritt hinsichtlich der Schnelläufigkeit der Turbinen.

Durch diese Feststellung dürfte das Verdienst, das sich Professor Kaplan um die Entwicklung des Turbinenbaues erworben hat, wohl am klarsten umschrieben sein; durch diese Feststellung dürfte aber auch der Kampf, der in deutschen und amerikanischen Zeitschriften über die Leistungen Europas und Amerikas im Turbinenbau in letzter Zeit entbrannt ist, eine überraschend einfache Lösung finden: es wäre kleinlich, ja es wäre geradezu ein unrichtiges Kampfmittel, die amerikanischen Propellerturbinen etwa durch die Drehrichtung von den Kaplanlaufrädern unterschieden zu bezeichnen. Amerikanische und Kaplanlaufräder sind dasselbe; diese Räder waren schon vor der Kaplanschen Entdeckung bekannt, konnten jedoch solange nicht angewendet werden, als nicht

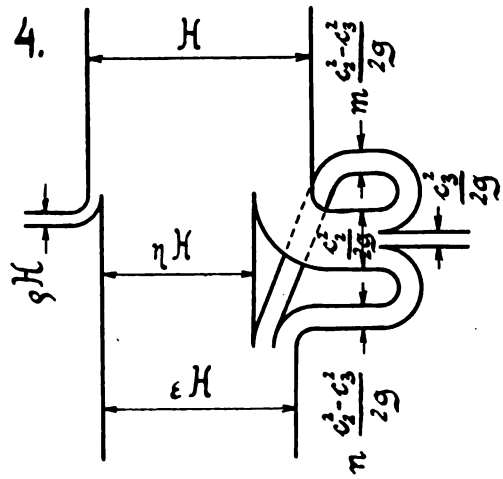


Abb. 4. Wasserturbine mit teils statischem, teils dynamischem Rückgewinn.

Die genaueren theoretischen Grundlagen dieses Rückgewinnverfahrens brauchen hier nicht wiederholt zu werden, sie wurden unter anderem in der „Wasserwirtschaft" 1922, Heft 5 und 16, in Danglers polytechnischem Journal 1922, Heft 15, in der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau" 1922, Heft 25, sowie in der „Wasserkraft" 1923, Heft 11, niedergelegt.

Wichtig und maßgebend, ja richtunggebend ist für dieses Rückgewinnverfahren, daß durch dasselbe in der Turbine keine Geschwindigkeitserhöhung beim Uebergang vom Wert ηH auf den Wert εH eintritt. Während nämlich das unter I angeführte Verfahren als dynamisches Rückgewinnverfahren bezeichnet werden kann, muß dieses hier als statisches Rückgewinnverfahren angesprochen werden. Es gibt somit den Weg frei, auch solche Laufradformen zu verwenden, welche außerordentlich große Austrittsgeschwindigkeiten c_2 aufweisen, wie zum Beispiel die Propellerturbinen.

Die Rückgewinnverfahren I und II können sehr wohl mit einander kombiniert werden; es ist ohne weiteres möglich, den Rückgewinn teils auf statischem, teils auf Kaplan den für Propellerräder maßgebenden Einbau entdeckte. Die Kaplansche Entdeckung war es also erst, welche dem amerikanischen Propellerturbinenbau die Wege ebnete. Nur wenn sich der deutsche Turbinenbau dieser Auffassung anschließt, wird er das Rennen gewinnen. Ja, er kann sogar als vollkommener Sieger aus diesem Kampfe hervorgehen, wenn er, was gar nicht ausgeschlossen sein dürfte, aus alten Schriften nachweisen kann, daß das Propellerrad in Europa schon vor den amerikanischen Veröffentlichungen in Druckschriften behandelt wurde.

Erwähntes Verdienst wird durch den Umstand leider verdunkelt, daß Professor Kaplan den Kern seiner Entdeckung auf nicht jedermann geläufigen, fernab führenden Wegen suchte.

Vielleicht faßt Ingenieur C. Reindl, München, diese Zeilen als Erwiderung auf die Worte auf, welche er mir in der „Wasserkraft" 1924, Heft 14, widmete; ich konnte diese Erwiderung erst bringen, nachdem in der „Wasserwirtschaft" 1924, Heft 18, eine Polemik erschienen ist, welche wohl den Beweis erbrachte, daß Kaplans mehrdimensionale Erwägungen nicht existieren. (W. 215.)

Digitized by Google

Berechnung des Staues in breiten Gerinnen

Prof. Dr. techn. Kozeny in Wien.

Die bisherigen Methoden der praktischen Stauberechnung kranken an einem Uebelstand; sie ergeben größere Stauhöhen als tatsächlich beobachtet werden, weil die Aenderung der kinetischen Energie vernachlässigt wird. Es kann dies nicht als ein praktischer Vorteil dieser Methoden im Sinne einer gewissen Sicherheit angesehen werden und namentlich bei Wasserbauten im Gebirge, für forstliche Zwecke usw. kann der Einfluß der vorerwähnten Vernachlässigung so groß werden, daß die erhaltenen Fehler weit über die Fehlergrenze unserer Meßinstrumente gehen. Unterdessen ist man auch in der Kenntnis der Wasserbewegung etwas weiter gekommen, weshalb sich das Bedürfnis einer genaueren Lösung der Aufgabe für praktische Zwecke immer fühlbarer macht[1]). Wir wissen, daß mit großer Wahrscheinlichkeit für die mittlere Geschwindigkeit v eine Interpolationsformel gilt von der Form

$$v = \lambda \cdot R^{\mu} \cdot J^{\nu}$$

wo λ eine von der Wandrauhigkeit abhängige Größe, R den hydraulischen Radius bzw. die mittlere Tiefe und J das Fließgefälle bedeuten. Die Angaben über μ und ν sind ziemlich verschieden, doch scheint nach den neuesten Untersuchungen Ph. Forchheimers[2]) die Gleichung $v = \lambda \cdot R^{0,7} \cdot J^{0,5}$ die größte Wahrscheinlichkeit einer allgemeineren Gültigkeit zu besitzen. Wir wollen vorerst mit allgemeinem μ und ν die Aufgabe durchführen, um dann an Hand wirklich vorgenommener Messungen den Einfluß des kinetischen Energieverlustes auf die Stauhöhe und die Stauweite zu bestimmen.

Es sei $z = f(x)$ die Spiegellinie,
$s = f_1(x)$ die Sohlenlinie,
$y = z - s$ die mittlere Wassertiefe im Querschnitt,
Q die Wassermenge pro Sekunde,
v die mittlere Geschwindigkeit,
F die Querschnittsfläche,
U deren benetzter Umfang.
$J = \frac{ds}{dx}$ das Sohlengefälle,
W der Bewegungswiderstand,
b die Spiegelbreite,
h die ursprüngliche ungestaute Wassertiefe,
g die Schwerebeschleunigung,
γ das spez. Gewicht des Wassers.

Bei der ungleichförmigen Bewegung des Wassers erfolgt Energieänderung und Arbeitsleistung. Wäre die Bewegung widerstandslos, so müßte bei Verzögerung nur eine Umwandlung von kinetischer Energie in potentielle erfolgen.

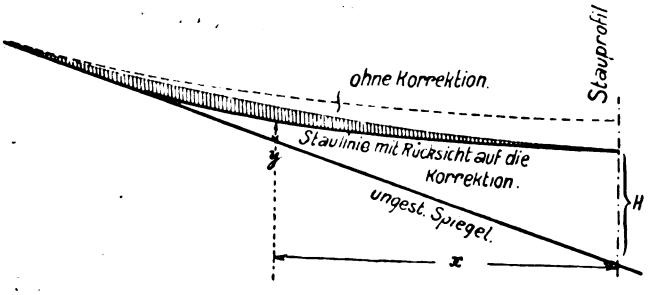


Abb. 1.

In Wirklichkeit wird nur ein Teil in potentielle Energie umgewandelt, der Rest dient zur Ueberwindung des Bewegungswiderstandes, wobei andere Energieformen entstehen. Ist z die Ordinaten- und x die Abszissenachse, so gilt

1) $$\gamma \cdot Q \cdot dz - \alpha \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot Q \cdot v \cdot \frac{dv}{dx} = W \cdot dx$$

wenn α ein Koeffizient ist, welcher der ungleichen Geschwindigkeitsverteilung über den Querschnitt Rechnung trägt.

$$\alpha = 1 + 1{,}082 \left(\frac{v_{max}}{v_m} - 1\right)^2$$ [3])

und für $\frac{v_m}{v_{max}} = 0{,}7 - 0{,}75$ erhalten wir $\alpha = 1{,}2$ bis $1{,}1$.

Aus (1) ergibt sich

2) $$\frac{dz}{dx} - \alpha \frac{v}{g} \cdot \frac{dv}{dx} = \frac{W}{\gamma \cdot Q}$$

Nun ist $v = \frac{Q}{b \cdot y}$ also $\frac{dv}{dx} = -\frac{Q}{b\,y^2} \cdot \frac{dx}{dy}$ und weil $y = z - s$ gilt $\frac{dy}{dx} = \frac{dz}{dx} - \frac{ds}{dx}$ oder $\frac{dz}{dx} = \frac{dy}{dx} + \frac{ds}{dx}$ für den Widerstand kann genügend genau jener der gleichförmigen Bewegung eingeführt werden und zwar

$$W = \gamma \cdot J \cdot Q = \frac{\gamma \cdot Q^{\frac{1+\nu}{\nu}}}{\lambda^{\frac{1}{\nu}} \cdot b^{\frac{1}{\nu}} \cdot J^{\frac{\mu+1}{\nu}}} \text{ oder}$$

2a) $$\frac{W}{Q} = \frac{\gamma \cdot Q^{\frac{1}{\nu}}}{\lambda^{\frac{1}{\nu}} \cdot b^{\frac{1}{\nu}} \cdot y^{\frac{\mu+1}{\nu}}}$$ und 2a) gibt mit 2)

3) $$\frac{dy}{dx} \cdot \left(1 + \frac{\alpha\, Q^2}{g \cdot b^2 \cdot y^3}\right) + J = \frac{Q^{\frac{1}{\nu}}}{\lambda^{\frac{1}{\nu}} \cdot b^{\frac{1}{\nu}} \cdot y^{\frac{\mu+1}{\nu}}}.$$

Nun ist weiter $Q = v \cdot b \cdot h = \lambda \cdot b \cdot h^{\mu+1} \cdot J^{\nu}$ oder

$\frac{Q^{\frac{1}{\nu}}}{\lambda^{\frac{1}{\nu}} \cdot b^{\frac{1}{\nu}}} = h^{\frac{\mu+1}{\nu}} \cdot J$ und wenn wir $k^3 = \frac{\alpha\, Q^2}{g\, b^2}$ setzen so erhalten wir

4) $$dy \frac{(y^3 + k^3)}{\left(y^{\frac{\mu+1}{\nu}} - h^{\frac{\mu+1}{\nu}}\right)} \cdot \frac{y^{\frac{\mu+1}{\nu}}}{y^3} = J\,dx$$ Wir setzen

$\frac{\mu+1}{\nu} = \sigma$ und erhalten die Reihe $\frac{y^3 + k^3}{y^\sigma - h^\sigma} \cdot \frac{y^\sigma}{y^3} = \left[1 + \left(\frac{k}{y}\right)^3\right] \cdot \sum_{m=0}^{m=\infty} \left(\frac{h}{y}\right)^{m\,\sigma}$ so daß wir schreiben können

5) $$\int \left[1 + \left(\frac{k}{y}\right)^3\right] \cdot \sum_{m=0}^{m=\infty} \left(\frac{h}{y}\right)^{m\sigma} \cdot dy = + J_x + C$$

und wenn wir der Einfachheit halber $\frac{k}{h} = \xi$ und $\frac{y}{h} = \eta$ setzen so erhalten wir

6) $$h \cdot \int \left[1 + \left(\frac{\xi}{\eta}\right)^3\right] \cdot \sum_{m=0}^{m=\infty} \eta^{-m\sigma} \cdot d\eta = + J_x + C \text{ oder}$$

7) $$h \left\{ \xi^3 \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{1}{m\sigma + 2} \cdot \eta^{-m\sigma-2} + \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{1}{m\sigma - 1} \cdot \eta^{-m\sigma+1} \right\} = - J_x + C$$

Bezeichnen wir die erste Summe mit $\psi(\eta)$ und die zweite mit $\Phi(\eta)$ so erhalten wir

[1]) Eine Lösung hat Ph. Forchheimer schon im Jahre 1920 in seinem bekannten „Grundriß der Hydraulik" Seite 65 angegeben.
[2]) Der Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben usw. Berlin 1923.
[3]) Siehe J. Kozeny „Die Wasserführung der Flüsse" Leipzig 1920 Seite 68, wo ich einen neuen Ansatz für den Turbulenzkoeffizienten eingeführt habe.

Digitized by Google

7a) $$h \cdot \left\{ \Phi(\eta) + \xi^3 \cdot \psi(\eta) \right\} = -J_x + C$$

Ist an der Stelle $x = 0$ die gestaute Höhe H, also daselbst $\eta = \frac{H}{h}$ so ist die Konstante

$$C = h \left\{ \Phi\left(\frac{H}{h}\right) + \xi^3 \cdot \psi\left(\frac{H}{h}\right) \right\}$$ und wir erhalten[4])

8) $$x = \frac{h}{J} \cdot \left\{ \Phi\left(\frac{H}{h}\right) - \Phi(\eta) - \xi^3 \left[\psi(\eta) - \psi\left(\frac{H}{h}\right) \right] \right\}$$

Die Funktionen Φ und ψ können leicht berechnet und tabuliert werden. Hier ist dies geschehen für die Gleichung von Forchheimer ($\mu = 0{,}7$, $\nu = 0{,}5$) und dann für jene von Gröger[5]) ($\mu = 0{,}776$, $\nu = 0{,}458$) um an Hand Letzterer den Einfluß des kinetischen Energieverlustes bei den Beobachtungen und Rechnungen Ehrenbergers[6]) festzustellen.

$$h \left\{ \xi^3 \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{1}{m\sigma+2} \cdot \eta^{-m\sigma-2} + \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{1}{m\sigma-1} \eta^{-m\sigma+1} \right\} =$$

$$= h \cdot \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{1}{3m-1} \cdot \eta^{-3m+1} \cdot (\xi^3 + 1) - \xi^3 \cdot \eta \cdot h =$$

$$= h \cdot \left\{ \Phi(\eta) \cdot (\xi^3 + 1) - \xi^3 \cdot \eta \right\}$$

η	σ 3,4 (Forchheimer)		σ = 3,88 (Gröger)	
	$\psi(\eta)$	$\Phi(\eta)$	$\psi(\eta)$	$\Phi(\eta)$ Ehrenberger
5,0	0,0200	4,9912	0,0200	4,995
4,0	0,0313	3,9850	0,0313	3,991
3,5	0,0410	3,9793	0,0409	3,487
3,0	0,0561	2 9699	0,0558	2,980
2,5	0,0814	2,453	0,0808	2,469
2,0	0,1296	1,918	0,1280	1,940
1,8	0,1627	1,692	0,1600	1,720
1,6	0,2121	1,452	0,2071	1,488
1,4	0,2924	1,183	0,2833	1,224
1,2	0,4678	0,837	0,4409	0,894
1,1	0,6381	0,565	0,5841	0,631
1,05	0,83	0,330	0,7675	0,427

Der Ausdruck $\xi^3 \left[\psi(\eta) - \psi\left(\frac{H}{h}\right) \right]$ hat den Charakter eines Korrektionsgliedes, das mitunter recht groß werden kann. Nachdem die Beziehung besteht

$\xi^3 = \frac{k^3}{h^3} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot b^2 \cdot h^3} = \frac{\alpha \cdot v^2}{g\,h}$ so kann ξ^3 leicht ermittelt werden.

Für $v = 1{,}5$ m/sec, $h = 1{,}0$ m und $\alpha = 1{,}15$ ist bereits $\xi^3 \cong 0{,}27$ und der Fehler der in der Berechnung durch Vernachlässigung der Korrektion gemacht wird übersteigt leicht die zulässige Grenze, welche durch die Genauigkeit der Messungen gezogen ist. Wäre beispielsweise der Stau am Wehre $H - h = 0{,}6$ m, also $H = 1{,}6$ m somit $\frac{H}{h} = 1{,}6$ und es wäre gefragt nach der Entfernung in welcher $\eta = 1{,}1$ so ergibt die Tabelle (Gleichung von Forchheimer)

$$\Delta\Phi = \left[\Phi(\eta) - \Phi\left(\frac{H}{h}\right) \right] = \Phi(1{,}1) - \Phi(1.6) =$$

$$= 0{,}565 - 1{,}452 = -0{,}887$$

und $\xi^3 \Delta\psi = \xi^3 \left[\psi(\eta) - \psi\left(\frac{H}{h}\right) \right] =$

$= -0{,}27\ (0{,}2121 - 0{,}6381) = 0{,}115.$

Die Korrektion für die Stauweite würde in Prozenten $\frac{\xi^3 \Delta\psi}{\Delta\Phi} \cdot 100 = \frac{0{,}115}{0{,}887} \cdot 100 \cong 13\%$ ausmachen. Die Korrektion für die Stauhöhe wird am größten gegen das obere Ende der Staukurve, was ja aus der Aufgabe hervorgeht und in nebenstehender Figur dargestellt ist.

Wir wollen nun von der Theorie zur Erfahrung zurückkehren und an der Hand tatsächlich vorgenommener Messungen im Wiener Donaukanal[7]) die Größe der Korrektion für die Stauhöhe ermitteln. Wir wollen die Messung vom 24. Febr. 1908 benützen und für den Endpunkt der ersten gleichförmigen Strecke ($h = 2{,}2$ m, $H = 4{,}67$ m, $F = 93$ m², $Q = 90{,}6$ m³/sec) beim Simmeringer Pegel (Staatsbahnbrücke) die Korrektion ermitteln.

Es ist $\frac{H}{h} = 2{,}1227$, nach Ehrenbergers Rechnung $y - h = 64$ cm oder $\eta = 1{,}291$, nach unserer Tabelle ist

$$\psi(2{,}1227) = 0{,}1164$$
$$\psi(1{,}291) = 0{,}3698$$
$$\Delta\psi = 0{,}2534$$

ferner ist $\xi^3 = \frac{1{,}15 \cdot v^2}{g \cdot h} \cong 0{,}052$ und $\xi^3 \cdot \Delta\psi \cong 0{,}0133$

Es ist $\Phi(\eta) = -\frac{x\,J}{h} + \Phi\left(\frac{H}{h}\right) - \xi^3 \cdot \Delta\psi$

$= \Phi(\eta) - \xi^3 \Delta\psi$ ohne Korrektion.

Nun ist $\Phi(\eta)$ ohne Korrektion nach Ehrenbergers Tafel $\cong 1{,}0593$.

Also unser endgültiges $\Phi(\eta) = 1{,}0593 - 0{,}0133 = 1{,}0460$.

Dem entspricht aus Ehrenbergers Tafel $\eta = 1{,}282$ oder $y = 1{,}282 \cdot h \cong 2{,}82$ m und ein Stau von $2{,}82 - 2{,}2 = 0{,}62$ m so daß die Korrektion immerhin $0{,}64 - 0{,}62 = 0{,}02$ m beträgt. In Wirklichkeit wurde ein Stau von 60 cm gemessen. Bedenkt man, daß sich der Fehler für die weiteren Strecken fortpflanzt und vergrößert so wird es verständlich, daß die Korrektion bei der Stauberechnung eine größere Rolle spielt als man glauben möchte. (W. 71)

[4]) für den Fall $\mu = 0{,}5$ und $\nu = 0{,}5$ nach Cbézy ist

[5]) Gröger O. Zeitschrift des österr. Ing. und Arch. Vereines Bd. 65 (1903) S. 582.

[6]) R. Ehrenberger „Eine neue Stauformel ....." Oesterr. Wochenschrift für den öffentl. Baudienst Jd. XX, (1914) S. 503 u. Bd. XVIII (1912) S. 745.

[7]) R. Ehrenberger „Eine neue Stauformel . . ."

Über die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete der Wasserkraftgewinnung vom Standpunkte des Bauingenieurwesens.

Referat, erstattet auf der I. Weltkraft-Konferenz zu London, von Oberbaurat Dr. Ing. e. h. Karl Innerebner, (Gesellschafter der Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl,) Innsbruck (Wien).

(Fortsetzung von H. 19, S. 347)

4. Staumauern aus Beton.

Die Ausnützung natürlicher Seebecken ist nicht nur nach unten hin durch Absenkung, sondern auch in der Richtung nach oben durch Aufstauen des ursprünglichen Seespiegels möglich. Im letzteren Falle wird die Errichtung einer Stauanlage notwendig. Diese kann aus einem Erddamm oder aus einem gemauerten Sperrkörper bestehen. Letzterer wieder wird entweder in aufgelöster Bauweise oder aber als Schwergewichtsmauer ausgeführt.

Schwergewichtsmauern wurden in Europa bis vor kurzem ausschließlich aus Bruchsteinmauerwerk hergestellt. Alle die bekannten älteren großen Talsperren des Festlandes sind so ausgeführt, während bei amerikanischen Stauanlagen seit jeher dem Beton als Baustoff große Bedeutung zukam. Seit einigen Jahren macht sich indessen auch in Europa das Bestreben geltend, das Bruchsteinmauerwerk im Talsperrenbau durch Beton zu ersetzen. Um einige derartige Anlagen zu nennen, führe ich an: Die Sperre

Digitized by Google

von Monsalvens an der Jogne (Schweiz, größte Höhe 52 m, Mauerinhalt etwa 20 000 m³)[15]), die Staumauer des Kraftwerkes Barberine (Schweiz, größte Höhe 77 m, Mauerinhalt 200 000 m³)[16]), die Wäggitalsperre (Schweiz, größte Höhe 100 m, Mauerinhalt 250 000 m³)[17]), die Schwarzenbachtalsperre (Badischer Schwarzwald, größte Höhe 67 m, Mauerinhalt 290 000 m³)[18]), die Sperren des Spullerseewerkes (Oesterreich; zwei Sperren von 39 m, bzw. 25 m größter Höhe und 60 000 m³, bzw. 20 000 m³ Mauerinhalt), und die Talsperre des Strubklammwerkes (Oesterreich; größte Höhe 28 m, Mauerinhalt etwa 10 000 m³)[19]).

Die Gründe, die für den Ersatz des Bruchsteinmauerwerkes durch Beton sprechen, sind an verschiedenen Orten verschiedene, wie: Mangel an geeignetem Mauerstein, Fehlen von geschulten Maurern, die Notwendigkeit eines besonders beschleunigten Baubetriebes, die namentlich bei Staumauern in unwirtlichen Hochgebirgsgegenden gegeben ist, weil nur wenige Monate des Jahres hindurch gearbeitet werden kann, u. a. m.

Der Beton kann in zweierlei Weise verarbeitet werden, und zwar entweder als Stampfbeton oder als Gußbeton. In Stampfbeton wurde die Sperre von Monsalvens hergestellt und kommen die beiden Staumauern am Spullersee und die Sperre des Strubklammwerkes zur Ausführung; bei den anderen oben aufgezählten Betonsperren dagegen gelangt das Gußbetonverfahren zur Anwendeung.

Bekanntlich galt es vor noch nicht allzu langer Zeit als feststehender Grundsatz, den Beton erdfeucht zu verarbeiten; Laboratoriumsversuche hatten ergeben, daß dieser Beton größere Festigkeit und Dichtheit erreichte als plastischer Beton. Die Praxis aber lehrte, daß die im Laboratorium erzielte Ueberlegenheit des erdfeuchten Betons bei wirklichen Bauausführungen nicht bestehen bleibt, weil der erdfeuchte Beton viel mehr als der plastische Anlaß zu Ausführungsmängeln gibt, durch die dann die an und für sich vorhandenen Vorzüge des erdfeuchten Betons nicht nur aufgehoben, sondern sogar ins Gegenteil verkehrt werden können. Bei dieser Erkenntnis bedeutet es dann keinen besonders weiten Schritt, vom plastischen auf den flüssigen Beton überzugehen. In der Tat zeigt es sich, daß das nach dem Gußbetonverfahren hergestellte Mauerwerk — im Bauwerke selbst untersucht — dem Stampfbeton sicherlich gleichwertig ist. Bei der Frage, ob Stampfbeton oder Gußbeton zur Anwendung gelangen soll, sind daher heute nicht mehr Fragen der Festigkeit und Dichtigekit, sondern einzig und allein wirtschaftliche Belange maßgebend.

Bei kleineren Mauern und bei günstigen Geländeverhältnissen, welche die Zubringung des Betons von der Mischzur Verwendungsstelle in einfacher Weise auf einer Förderbahn gestatten, wird die Verwendung von Stampfbeton die günstigere sein. Bei größeren Mauern dagegen und ungünstigem Baugelände gebührt dem Gußbetonverfahren der Vorzug, bei dem der flüsige Beton durch ein Netz von Rinnen, die etwa unter 30° Neigung angelegt werden, zur Verwendungsstelle gebracht wird; das Gußbetonverfahren erfordert zwar umfangreiche Baueinrichtungen, die sich daher im allgemeinen nur bei größeren Mauerinhalten bezahlt machen, ermöglicht aber die Erzielung großer Tagesleistungen, auch unter ungünstigen örtlichen Verhältnissen.

Die Vorbereitung der Fundamentsohle bei Betonmauern ist naturgemäß dieselbe wie bei gemauerten Talsperren; hier sei daher nur auf das im neuzeitlichen Staumauerbau immer mehr und mehr Eingang findende Zementeinpreßverfahren verwiesen, durch das Klüfte im Felsuntergrund ausgefüllt und ein satter Anschluß der Mauersohle an seine Unterlage erstrebt wird, um so Durchsickerungen zu verhindern.

Bezüglich der Entwässerung des Mauerinnern, wofür bei älteren Staumauern ein weitverzweigtes Netz von Sickerdohlen sowie von Begehungsstollen und -schächten angeordnet wurde, geht heute der Zug der Entwicklung dahin, derartige Entwässerungsanlagen auf ein Mindestmaß zu beschränken oder sie sogar ganz wegzulassen.

Dafür aber wendet man der Zusammensetzung des Betons großes Augenmerk zu, um diesen tunlichst dicht zu bekommen. Neben der Wahl von Art und Menge der Bindemittel (Zement, Kalk) und allfälliger Zusatzstoffe (Trass) sind hierbei die Körnung des Sandes und Kieses und das richtige Verhältnis der verschiedenen Korngrößen zueinander von Wichtigkeit. Die Erkenntnis des großen Einflusses, den die richtige Wahl der Körnung auf die Güte des Betons ausübt, hat unter anderen in der Schweiz durch die Tätigkeit der Kommission für Abdichtungen des schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes[20]) und in Oesterreich durch die Untersuchungen eine wesentliche Förderung erfahren, welche durch die Materialprüfungsstelle der Bundesbahndirektion Innsbruck unter Leitung ihres Vorstandes, Oberbaurat Ing. M. Spindel, im Zusammenhange mit Fragen des Staumauer- und Druckstollenbaues durchgeführt wurden. Zu den Einrichtungen eines neuzeitlichen Betonsperrenbaues gehört daher heute vor allem auch eine gut durchgebildete Sand- und Schotteraufbereitungsanlage, durch welche die Erzeugung der einmal festgelegten Korngrößen mit Sicherheit gewährleistet wird.

Eine Frage von großer Bedeutung ist bei der Ausführung von Betonsperren die der Schwindung und der durch die Abbindewärme und das nachfolgende Abkühlen hervorgebrachten Volumsänderungen. Bei gemauerten Talsperren ist das Verhältnis der Mörtelmenge, welche der Schwindung unterworfen ist, zum Gesamtinhalt der Mauer zu gering, als daß die Schwindung von großer Bedeutung werden könnte; ebenso günstig liegen dort auch die Verhältnisse mit Bezug auf die Temperaturerhöhung infolge des Abbindeprozesses und die Wirkungen der nachfolgenden Abkühlung. Anders bei Betonsperren; hier ist die Schwindung beträchtlich und auch der Einfluß der Abbindewärme ein großer. Zu diesem Belange sei auf die eingehenden Temperaturbeobachtungen verwiesen, die an der obengenannten Talsperre von Monsalvens ausgeführt wurden.[21]) Die Temperaturmessung erfolgte mit Hilfe von 28 elektrischen Thermometern, die in drei Mauerquerschnitten in verschiedener Höhe und in verschiedenen Abständen von den beiden Mauersichtflächen eingebaut waren. Auch bei den Staumauern des Spullerseewerkes werden Temperaturmessungen durchgeführt. Die Beobachtungen bei der Talsperre von Monsalvens lehrten, daß die Temperatur, bei welcher der Beton zu einem festen Körper wurde, zwischen 28° und 40° C lag, je nach der Anfangstemperatur, die der Beton bei der Einbringung besaß und die sich nach der Temepratur des Zementes, des Sandes, des Kieses und des Anmachwassers richtete. Diese hohen Temperaturen nahmen dann allmählich ab, um schließlich in den stärkeren Teilen, in denen sich die täglichen und jährlichen Temperaturschwankungen der Außenluft nicht mehr fühlbar machten, der mittleren Jahrestemperatur zuzustreben; die für diese Abkühlung erforderliche Zeit war überraschend lang und betrug sechs Monate und auch mehr. Bei der größeren der beiden Staumauern am Spullersee wurden im Abstande von nur 1,20 m von der Betonoberfläche schon Temperaturerhöhungen von 24° C, hervorgerufen durch den Abbindevorgang, beobachtet.

Das Schwinden des Betons einerseits und die Volumsänderungen infolge der erwähnten Temperaturerscheinungen anderseits lassen es wünschenswert erscheinen, eine Betonsperre nicht monolytisch, sondern in einzelnen Teilstücken herzustellen, die durch lotrechte Fugen voneinander getrennt sind. Dadurch wird den einzelnen Mauerabschnitten die Möglichkeit gegeben, die durch die Schwindung und Abkühlung verursachten Längenänderungen leichter mitzumachen und rissefrei zu bleiben. Die Dichtung dieser Fugen, bei deren Austeilung auch auf die Verhältnisse des Unter-

[15]) Mitteilungen über Zement, Beton- und Eisenbetonbau (Deutsche Bauzeitung) 19 (1922), S. 86, 102 und 131 ff.
[16]) Schweiz. Bauzeitung 81 (1923), S. 61 ff.
[17]) Schweiz Bauzeitung 77 (1921), S. 85 ff.
[18]) Das Murg- und Schwarzenbachkraftwerk in Forbach (Baden), herausgegeben von der Badischen Landeselektrizitätsversorgungs-A.-G., Badenwerk in Karlsruhe.
[19]) Zeitschrift des Oesterr. Ing.- u. Arch-Vereines 75 (1923), S. 61 ff.
[20]) Schweiz. Bauzeitung 80 (1922), S. 153 ff.
[21]) Mitteilungen über Zement, Beton- und Eisenbetonbau (Deutsche Bauzeitung) 19 (1922), S. 131 ff.

Digitized by Google

grundes Rücksicht zu nehmen ist, kann durch verschiedene Maßnahmen erreicht werden: durch Verzahnung der einzelnen Mauerteile miteinander, oder durch Schächte, die man quer durch die Fugen laufend ausspart und erst dann mit Beton ausfüllt, wenn die Schwindung und Abkühlung beendet ist, und endlich durch Einlegen von federnden Dichtungsblechen, die wohl am besten aus Kupfer auszuführen sind. Bei den beiden obenerwähnten Sperren am Spullersee gelangen diese drei Maßnahmen in sinnreicher Vereinigung gleichzeitig zur Anwendung; außerdem sollen die Fugen nach Vollendung der Mauer mit Zementmörtel ausgepreßt werden, zu welchem Zwecke in den Fugen lotrechte Kanäle ausgespart bleiben, durch welche dann das Preßgut zur Einführung gelangt.

5. Druckstollen und Druckschächte.

Wie schon an anderer Stelle ausgeführt, wird die Oberwasserleitung einer speicherfähigen Wasserkraftanlage meistens als Druckstollen ausgebildet; für diese Ausbildungsweise sprechen sowohl Gründe betriebstechnischer als auch solche wirtschaftlicher Art. Eine ähnliche Lösung kann aber auch für die Zuführung des Wassers vom Wasserschloß zum Krafthause gewählt werden, wodurch Bauwerke entstehen, die man als Druckschächte bezeichnet und welche als Ersatz für die sonst übliche Druckrohrleitung dienen.

Sowohl die Druckstollen als auch die Druckschächte werden vom Wasser unter Druck durchflossen. Während aber die Druckstollen nur ein geringes Gefälle von einigen Promille, entsprechend dem Reibungsgefälle, erhalten, weisen die Druckschächte je nach der Steilheit des Talhanges und den sonstigen örtlichen Verhältnissen Neigungen von etwa 30° bis 90° auf. Bei den Druckstollen ist daher der Innendruck am unteren Ende nur um weniges von dem am oberen verschieden, während bei den Druckschächten das ganze verfügbare Gefälle der Anlage zur Auswirkung gelangt.

Demnach findet man bei Druckstollen als bisnun größten Innendruck nur etwa 5 at, während der größte bei einem Druckschacht angewendete Druck derzeit 32 at beträgt [22]) und Anlagen mit Drücken bis zu 72 at im Bau sind [23]).

Dieser Unterschied in der Größe des Innendruckes war die Ursache, daß man für die wasserdichte Auskleidung der Druckstollen bis vor kurzem fast ausschließlich nur Beton allein verwendete, während man bei den Druckschächten wiederholt neben dem Beton auch eine Dichtungshaut aus Eisenblech ausführte; bekannte Ausführungsbeispiele für solche gepanzerte Druckschächte sind: Das Svälgfosswerk (Norwegen; vier Schächte von je 3,40 m Lichtweite und 44 m Druckhöhe) [24]), das Porjuswerk (Schweden; fünf Schächte von je 3,50 m Lichtweite und 50 m Druckhöhe) [25]), das Kernflußwerk Nr. 1 (Kalifornien; ein Schacht von 2,29 m Lichtweite und 265 m Druckhöhe) [26]) und das schon erwähnte Schnalstalwerk (ein Schacht von 1,50 m Lichtweite und 318 m Druckhöhe [27]); die Stärke der Blechauskleidung bei letzterem Schacht beträgt bis zu 15 at Innendruck nur 5 mm, um dann nach unten hin allmählich bis auf 13 mm anzuwachsen; Längs- und Rundnähte sind genietet.

Bis noch vor wenigen Jahren war man der Anschauung, der Felsen dürfe im Druckstollen- und Druckschachtbau als vollständig starr angesehen werden. Wäre diese Auffassung richtig, so hätte die Auskleidung solcher Bauwerke in tangentialer Richtung so gut wie gar keine Spannungen aufzunehmen, vorausgesetzt, daß die Auskleidung satt an das Gebirge anliegt. In Wirklichkeit ist aber auch das festeste Gestein bis zu einem gewissen Grade nachgiebig; die Zusammendrückungen sind selbst schon bei so verhältnismäßig geringen Drücken, wie sie im Druckstollenbau vorkommen, deutlich meßbar. Diesbezüglich haben die Dehnungsmessungen, welche die Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen im Druckstollen des kürzlich vollendeten Kraftwerkes Amsteg durchführen ließ, wertvolle Aufschlüsse gebracht.

Untersucht man nun die Inanspruchnahme einer derartigen Druckstollen- oder Druckschachtauskleidung mit Zugrundelegung eines als elastisch angenommenen, nachgiebigen Gebirges, so gelangt man zu ganz ansehnlichen Zugbeanspruchungen in tangenialer Richtung, ansehnlich namentlich für den Fall, als für das Auskleidungsmaterial Beton verwendet wird, der an und für sich nur geringe Zugfestigkeit besitzt. Die Verhältnisse liegen hier ganz ähnlich wie in der Theorie des Eisenbahnoberbaues, wo die ältere Winklersche Theorie, die eine starre Gleisbettung voraussetzt, zu wesentlich geringeren Anstrengungen des Schienenmaterials gelangt, als die neuere Zimmermannsche Berechnungsart, bei der die Gleisbettung als elastischer Körper Berücksichtigung findet. Diese Tatsache macht es durchaus erklärlich, daß zahlreiche Druckstollen und -schächte, soferne sie nur mit Stampfbeton allein ausgekleidet waren, Risse erhielten und sich im Betrieb als undicht erwiesen, wenn das Gebirge an sich nicht wasserdicht war.

Noch bis vor kurzem war man nur zu leicht versucht, solche Vorfälle einzig und allein als die Folge einer nicht sach- und fachgemäßen Ausführung hinzustellen. Seit den bekannten Vorfällen beim Ritomwerk der schweizerischen Bundesbahnen [28]) und den anschließend daran durchgeführten, obenerwähnten Versuchen beim Kraftwerke Amsteg hat sich aber die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß die zahlreichen zu verzeichnenden Mißerfolge — von wirklichen Ausführungsmängeln abgesehn — ihre Ursache eben in der Außerachtlassung der Gesteinsnachgiebigkeit besitzen. In dieser Hinsicht hat die inzwischen in Angriff genommene theoretische Bearbeitung des Problems wertvolle Aufschlüsse gebracht [29]), wozu noch die zahlreichen praktischen Versuche mit verschiedenen Auskleidungsweisen kommen, die von der Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen beim Kraftwerk Amsteg und der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen (Direktion für Elektrisierung) beim Spullerseewerk [30]) vorgenommen wurden.

Alles in allem können die heutigen Erkenntnisse auf dem Gebiete des Druckstollen- und Druckschachtbaues etwa wie folgt zusammengefaßt werden:

Ehe man sich zur Ausführung eines Druckstollens entschließt, muß erwogen werden, ob der Druckstollen wirklich unbedingt notwendig ist, oder ob nicht eine andere Lösungsmöglichkeit besteht, welche zwar fürs erste vielleicht teurer erscheinen mag, deren Kosten dafür aber im Voraus sicherer zu erfassen sind, als die der Druckstollenanlage; diese Verhältnisse liegen z. B. bei nicht speicherfähigen Anlagen vor, wo man manchmal zum Druckstollen greift, um das Ueberlaufgerinne des Wasserschlosses zu ersparen. Fällt das Ergebnis dieser Erwägungen dahin aus, daß der Druckstollen auszuführen ist, so kann sich die Herstellung des letzteren etwa nach folgenden Richtungen hin entwickeln:

Hat man es mit einem festen und dabei an sich schon wasserdichten Gestein zu tun, dann sind bei den gewöhnlichen, für Druckstollen in Frage kommenden Betriebsdrücken besondere Maßnahmen nicht erforderlich und der Stollen kann unverkleidet belassen werden. (W. 204.)

(Fortsetzung folgt.)

---

[22]) Der Druckschacht des Schnalstalwerkes der Städte Bozen und Meran (Südtirol), in den Jahren 1908/1911 entworfen und ausgeführt von der Bauunternehmung Zivilingenieure Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck-Wien.

[23]) Letztere Ziffer gilt für die oberhalb Domodossola (Italien) in Ausführung begriffene Anlage Pallanzeno.

[24]) Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure (1909, Nr. 18/19).

[25]) Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 12 (1915), S. 231 ff.

[26]) The Electrical World 50 (1907), Nr. 6/9.

[27]) A. Ludin, Die Wasserkräfte, Berlin (1913), Bd. 2, S. 1180.

[28]) Gutachten der Experten Rothpletz, Rohn und Büchi über die Rißbildungen im Druckstollen des Ritomwerkes, Bern und Zürich 1920; auszugsweise veröffentlicht in der Schweiz. Bauzeitung 76 (1920), S. 172 ff.

[29]) Vgl. die Abhandlung von Dipl.-Ing. J. Büchi in der Schweiz. Bauzeitung 77 (1921), S. 61 ff., ferner die verschiedenen einschlägigen Untersuchungen von Ing. Dr. L. Mühlhofer, und zwar: Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 73 (1921), S. 101 ff; Schweiz. Bauzeitung 78(1921), S. 245; Der Bauingenieur 3 (1922), S. 545 und 4 (1923), S. 509; Die Wasserkraft 8 (1923), S. 91 und S. 185; Die Wasserwirtschaft 16 (1923), Nr. 17; die angeführten Arbeiten Ing. Dr. L. Mühlhofers enthalten auch zahlreiche Literaturhinweise.

[30]) Nach den vom Bauherrn erteilten Weisungen ausgeführt von der Bauunternehmung Zivilingenieure Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck-Wien; bisher unveröffentlicht.

Digitized by Google

Die Entwicklung der Energieversorgung und die Technische Nothilfe.

Von Dipl.-Ing. Helmuth Gerloff, Berlin.

Drei Möglichkeiten für den Wiederaufbau hat das deutsche Volk: erstens ist die Einfuhr auf das geringste Maß zu beschränken; das bedeutet Sparsamkeit eines jeden einzelnen. Zweitens ist die Ausfuhr so ausgedehnt wie nur irgend möglich zu gestalten; das erfordert den Fleiß eines jeden einzelnen. Und drittens ist der Produktionsprozeß im einzelnen und im ganzen so durchzuorganisieren, daß alle Doppelarbeit vermieden und bei geringstem Arbeitsaufwand ein Höchstmaß an Leistungen erreicht wird. Das ist die Aufgabe der Wissenschaft. Die Ersparnisse, die auf diesem Wege wissenschaftlicher Betriebsführung und wissenschaftlicher Durchorganisation gemacht werden können, bedeuten viele Milliarden Volksvermögen.

In diesen letzten Punkt fällt das Bestreben einer weitgehenden Zusammenlegung unserer Energiequellen, vor allem der Elektrizitäts-Erzeugungsanlagen, insbesondere auf Wasserkräfte. Eine große Anlage arbeitet ganz erheblich billiger als zehn kleine. Das Bedienungspersonal verringert sich, die Ueberwachung ist leichter; es können größere Maschinen zur Aufstellung kommen, die ihrerseits wieder viel rentabler arbeiten. Ueberdies besteht die Möglichkeit, ein solches Großkraftwerk entweder an Großwasserkräften oder in möglichst günstiger Verkehrslage zu dem nächsten Kohlenvorkommen zu erbauen, so daß durch den einfachen und billigen Transport der Kohlen an einen Ort die Transportkosten für Kohlen an entlegene und schwer zugängliche Orte gespart werden. Die auf Grund dieser Ersparnisse eintretende Verbilligung des gelieferten Stromes ist ein Anreiz für Industrie und andere Verbraucher, an Stelle der kohlenverschlingenden Dampfmaschinen, die noch dazu die Kohle nur ungenügend ausnutzen, die billige Elektrizität für ihre Betriebe zu beziehen. Volkswirtschaftlich bedeutet die Verwendung von Elektrizität erneut eine Ersparnis, da der Transport der Kohle gespart wird, während sich die Elektrizität außerordentlich einfach transportieren läßt. Vom volkswirtschaftlichen und technisch-wissenschaftlichen Standpunkt ist also die Anlage von Großkraftwerken in den meisten Fällen zu begrüßen und bedeutet eine Veredlung unserer Produktionsweise, die uns und unseren Enkeln mehr als wünschenswert erscheinen muß.

Nur eine große Gefahr liegt in dieser Entwicklung und soll besonders beleuchtet werden. Auf der Bedienung solcher Großkraftwerke liegt insofern eine ungeheure Verantwortung, als diese in der Elektrizität den Antrieb liefert für Hunderte und Tausende von Produktionsstätten, die nur auf Elektrizitätsverbrauch eingestellt und mit Versagen der Elektrizitätsquellen lahmgelegt sind. Eine Verstopfung der Energiequellen bedeutet für die Allgemeinheit empfindliche Störung, für die Volkswirtschaft durch Aussetzen der Produktion große Verluste, die bei unserer finanziellen und wirtschaftlichen Lage doppelt schwer in Erscheinung treten: vor allen Dingen bedeutet sie für eine Unzahl von Arbeitern Stilllegung der Arbeitsstätten, Arbeitslosigkeit und Hunger. Wenn man bedenkt, daß durch die Entwicklung unserer Energieversorgung ganze Landesteile in der Hand einiger Maschinisten, Schaltbrettwärter oder Heizer liegen, die die Maschinen des Großkraftwerkes bedienen und daß es in der Hand schon einer dieser Gruppen liegt, für ganze Landesteile Arbeitsruhe zu erklären, so erfüllt uns die Entwicklung mit Besorgnis. In den Großkraftwerken entwickelt sich eine Kaste wirtschaftlicher Diktatoren, deren Macht dereinst alles übertreffen wird, was man bisher ähnliches auf militärischem oder politischem Gebiete erlebt hat.

Bei der gekennzeichneten Entwicklung wird es also ganz auf die Geistesrichtung derjenigen ankommen, denen die Inbetriebhaltung solcher Großkraftwerke anvertraut ist. Herrscht hier ein ausgeprägtes Gefühl für Volksgemeinschaft, eine starke Verantwortungsfreudigkeit, so kann man sich der kommenden Entwicklung freuen. Ist dies jedoch nicht der Fall, so kann die Zentralisation der Energiequellen eine Stätte von Erpressungsversuchen, politischer Ueberheblichkeit und rücksichtsloser Vergewaltigung der Allgemeinheit werden.

Es ist daher interessant, die Ansicht des Verbandes, in dem die ausschlaggebenden Arbeiter der Elektrizitätswerke vereinigt sind — nämlich des Verbandes der Maschinisten und Heizer — über die Bedeutung der Entwicklung unserer Energieversorgung zu kennen. Wir beziehen uns in folgendem auf Nr. 20 seines Organs „Der deutsche Maschinist und Heizer" vom 7. Oktober 1921. Klar erkennt man dort die Notwendigkeit dieser Entwicklung für unsere Volkswirtschaft, indem man schreibt: „Die ganze Entwicklung steht unter dem Druck, Deutschlands Verpflichtungen aus dem Versailler Friedensvertrage erfüllen zu helfen." — Der Verband ist sich auch darüber klar, daß von seiner Tätigkeit die Arbeitsmöglichkeit vieler anderer Arbeiter und Klassengenossen abhängig ist. Er schreibt:

> „Hunderte von Betrieben, Tausende von Arbeitern wurden von den Arbeitern der Elektrizitätswerke abhängig. Waren sie nicht auf dem Posten, mit Ohr und Gefühl an der Maschine, mit Schaufel und Kratze vor dem Kessel, versagte das Leben in der Zentrale, dann standen ebensoviele Betriebe still, mußten die Hände ebensovieler Arbeiter untätig werden. Wie mit gigantischem Schlag lag der wirtschaftliche Betrieb seelenlos darnieder. Diese Entwicklung steigerte sich mit dem Aufkommen der Ueberlandzentralen. Hieran schlossen sich weitere Hunderte von Betrieben, weitere Tausende von Arbeitern, nicht nur der Städte, sondern nunmehr auch des flachen Landes. — Die unscheinbaren Arbeiter an der Maschine und im Kesselhaus eines Elektrizitätswerkes sind durch diese Entwicklung zum Riesen in der Produktion angewachsen. Auch diese Machtentfaltung ist im Anfangsstadium begriffen."

Wenn man sich nun fragt, welche Folgerung aus diesem Bewußtsein einerseits der Notwendigkeit der Zentralisation der Energieerzeugung und anderseits der Abhängigkeit unzähliger Klassengenossen von dem reibungslosen Funktionieren der Kraftwerke gezogen wird, so muß man den Schluß des Aufsatzes lesen, wo geschrieben steht:

> „Ganze Industriezweige zwingt die Erzeugung und Verteilung der Energie in ihre Hand, Millionen von Arbeitshänden sind von ihr abhängig. Regierung und Staatsgewalt werden mit ihr rechnen müssen und Wahrheit wird werden, was bisher schon unser Wahlspruch war: ‚Alle Räder stehen still, wenn dein starker Arm es will'."

Der Berliner wird sich sofort der Person des ehemaligen Betriebsobmannes aus dem „Verbande der Maschinisten und Heizer", Sylt, erinnern, welcher mit Vorliebe diesen Ausspruch im Munde führte und verschiedentlich den Versuch gemacht hat, mit seinem starken Arm die Räder der gesamten reichshauptstädtischen Industrie anzuhalten, wenn nicht die — Technische Nothilfe diesen Versuch unwirksam gemacht hätte. Ausführungen wie die obigen aus dem Verbandsorgan der Maschinisten und Heizer zitierten sind die eigentliche Ursache, warum die Technische Nothilfe immer noch nicht entbehrlich ist. Die Entscheidung darüber, ob Kraftwerke, von der Allgemeinheit für die Allgemeinheit erbaut, stillzulegen sind, darf nicht einer Gruppe von Menschen überlassen bleiben, die Partei ist und allzu bereit bleibt, die Interessen der Allgemeinheit den verschiedensten wirtschaftlichen oder politischen Machtaspirationen unterzuordnen. Selbst für den Fall, daß wirtschaftliche Lohnforderungen der Kraftwerksbedienung durchaus berechtigt sind, darf nicht das Interesse der Allgemeinheit, der Ertrag der Volkswirtschaft, die Arbeitsmöglichkeit von Millionen Arbeitern der Trumpf sein, den die eine Seite gegen die Allgemeinheit als Arbeitgeber ausspielt. In einem geordneten Staate müssen sich Mittel und Wege finden lassen, Lohnstreitigkeiten auf anderer Basis auszugleichen als durch Stillegung der Energieerzeugungsstätten von der Bedeutung, wie sie

Digitized by Google

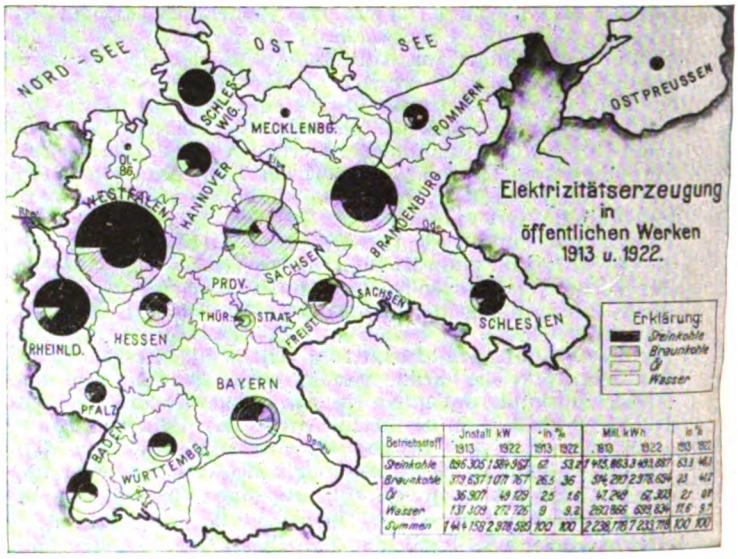
der Verband der Maschinisten und Heizer richtig erkannt hat. Es ist eine der ersten Pflichten des Staates, für die ungestörte Fortführung der lebenswichtigen Großkraftwerke zu sorgen. Jede Lässigkeit auf diesem Gebiete verzögert die technische Entwicklung zur vollständigen Zentralisation der Energieerzeugung und kostet dem Volk Millionen und Milliarden. Es ist bezeichnend, daß der Verband der Maschinisten und Heizer der erbittertste Gegner der Technischen Nothilfe ist, weil er klar erkannt hat, daß sie das letzte Hindernis gegen politischen Mißbrauch der Wirtschaft ist. Die Einstellung zu dem behandelten Problem, wie sie aus dem Artikel des Verbandsorgans hervorgeht, ist das allerdurchschlagendste Argument für die Notwendigkeit der Technischen Nothilfe.

Hiezu wird uns noch ergänzend geschrieben:

Was von den Kohlenkraftwerken Mitteldeutschlands gilt, trifft ebenso für die Wasserkraftwerke Süddeutschlands zu. Und es ist sicher, daß schon das Vorhandensein der Technischen Nothilfe mehr als einmal genügt hat, um den Versuch von Stillegungen hintanzuhalten. In Süddeutschland, speziell in dessen Groß-Wasserkraftwerken, ist es bisher noch nicht dazu gekommen, daß die Technische Nothilfe eingreifen mußte. Wer aber miterlebt hat, wie z. B. in den unruhigen Tagen des Kapp-Putsches in München zwei Stunden nach dem vorsorglichen Aufruf die Gruppe für Elektrizitätsversorgung einsatzbereit in den Händen ihrer Führung bereitstand, vom jungen Studenten der Technischen Hochschule als Hilfskraft bis zum alten Ingenieur aus der Praxis — auch ernste Facharbeiter nicht ausgenommen —, und wer weiß, wie weiterhin noch manchmal in unklaren Zeiten alles bereitstand, dem Ruf für das Allgemeinwohl zu folgen, wird einige Beruhigung in sich tragen und nur wünschen, daß die Erkenntnis von der volkswirtschaftlichen Wichtigkeit der Technischen Nothilfe als unpolitisches, rein wirtschafts-erhaltendes Instrument in immer weitere Kreise dringe. (W. 98)

Rundschau

Die zukünftige Energiewirtschaft Deutschlands. Einen Blick auf den ferneren Ausbau der Energieversorgung Deutschlands werfen zwei Vorträge aus neuester Zeit, welche einerseits die Abstützung des Energieverbrauches auf die Wasserkräfte des Südens im Zusammenwirken und in Ergänzung mit der Braunkohle Mitteldeutschlands[1]), andererseits die technische Möglichkeit der Uebertragung und des Austausches großer Leistungen auf solche Entfernungen[2]) behandeln und hier zusammenfassend erwähnt werden mögen. Die Abb. 1 zeigt das Anwachsen der Leistung der öffentlichen Stromerzeugungsanlagen in Deutschland von 1913 mit einer Jahresleistung von 2 238,178 Millionen kWh fast ganz aus Steinkohle (innere Kreise) bis 1922 mit 7 233,718 Millionen kWh, wovon rund 40 Prozent aus Braunkohle (äußere Kreise). Der Anteil von Wasserkraftleistung am Gesamtabsatz war 11,6 Prozent im Jahre 1913 gegen 9,7 Prozent im Jahre 1922, er stieg in diesem Zeitraum von 260,866 auf 699,834 Millionen kWh, also um etwa 170 Prozent. Die Gesamtstromerzeugung hatte in diesem Zeitraum um rund 224 Prozent zugenommen, daher das Zurücktreten des Wasserkraftanteiles an der Gesamterzeugung auf Kosten der Erzeugung aus Braunkohle (Zunahme rund 480 Prozent), wodurch Erzeugung aus Steinkohle nur um 146 Prozent sich erhöhte gegenüber den 224 Prozent Gesamtsteigerung.



Betriebsstoff	Install kW 1913	Install kW 1922	in % 1913	in % 1922	Mill. kWh 1913	Mill. kWh 1922	in % 1913	in % 1922
Steinkohle	896 305	1 589 957	62	53,27	965	863,3	463,867	63,3
Braunkohle	379 637	1 077 767	26,5	36	394	297	2 378,694	33
Öl	36 907	49 629	2,5	1,6	67	269	62,303	27
Wasser	131 309	272 725	9	9,2	260	866	699,834	11,6
Summen	1 444 158	2 978 586	100	100	2 238	178	7 233,718	100

Abb. 1. Leistung der deutschen öffentlichen Elektrizitätswerke.

Diese Zahlen berücksichtigen allerdings gemäß ihrem Stand von 1922 den einen Umstand naturgemäß noch nicht, daß seitdem keine erhebliche Steigerung im Ausbau der Wärmekraftwerke erfolgte, dagegen im Schwerpunkt der Wasserkrafterzeugung der Zugang ganz bedeutender Leistungen inzwischen erfolgt ist oder demnächst noch erfolgt. Ganz summarisch betrachtet ist also, um auf den heutigen Stand zu kommen, noch die Jahreserzeugung folgender Großwasserkräfte hinzuzunehmen:

Walchenseewerk	160 Mill. kWh	bei 110 000 kW	inst. Lstg.
Schwarzenbachwerk	27 Mill. kWh	bei 35 000 kW	inst. Lstg.
Mittlere Isar	480 Mill. kWh	bei 100 000 kW	inst. Lstg.
sonstige Großkraftwerke rund	150 Mill. kWh	bei 30 000 kW	inst. Lstg.
	817 Mill. kWh	bei 275 000 kW	inst. Lstg.

ungerechnet die neuen Großkraftwerke für Industriezwecke mit etwa 100 000 kW installierter Leistung und einer Ausbeute von etwa 650 Millionen kWh jährlich. Rechnen wir mit einer angenommenen Erhöhung der Stromerzeugung in Deutschland für Ende 1925, bis zu welcher Zeit alle neuen Großwasserkraftwerke im Betrieb sind, um 20 Prozent gegenüber 1922, so ergibt sich im Vergleich zur Zahlen-

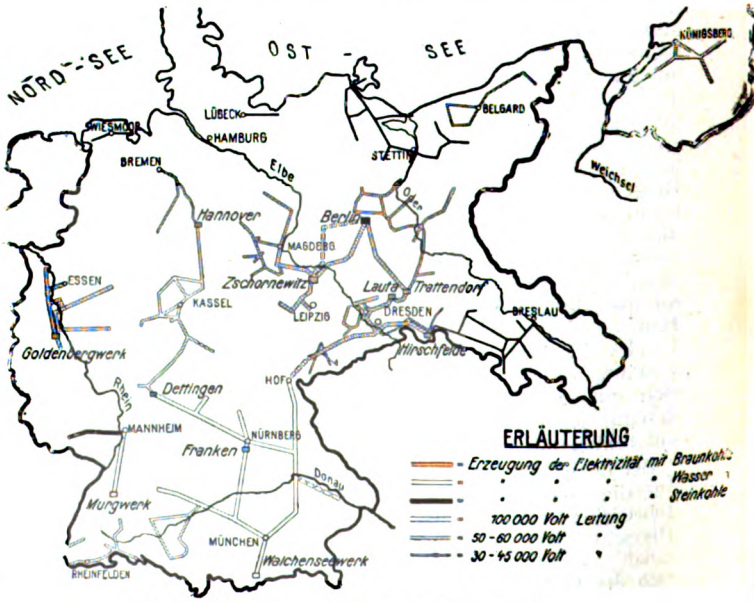


Abb. 2. Verteilung der Wasser- und Wärmekraft.

[1]) Der Aufbau der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft auf der Braunkohle Mitteldeutschlands. Von H. Jahnke. Vortrag auf der 3. Tagung des mitteldeutschen Braunkohlenbergbaues am 10. April 1924 zu Leipzig. E.T.Z. 1924, H. 34 und 35, S. 909—913 und 928—931, mit 21 Abb.

[2]) 220 kV in Deutschland. Von Dr. ing. F. Schrottke. Vortrag auf der Hauptversammlung d. Vereinigung d. Elektrizitätswerke am 3.—6. Juni 1924. Mitt. d. Vereinigung d. Elektrizitätswerke 1924, Nr. 637, S. 327—333, mit 11 Abb.

Digitized by Google

tafel auf der Abb. 1 ungefähr folgende Aufstellung, wenn wir das gegenseitige Verhältnis zwischen Steinkohle, Braunkohle und Oel als unverändert annehmen, was wohl nahe zutreffen dürfte:

Betrieb:	Leistung installierte kW		in %		Erzeugung Mill kW		in %	
	1922	1925[2]	1922	1925[2]	1922	1925	1922	1925
Steinkohle	1.585.000	1.585.000	53,2	49,2	3.494	3.838	48,3	44,0
Braunkohle	1.072.000	1.072.000	36,0	33,3	2.979	3.281	41,2	37,8
Oel	50.000	50.000	1,6	1,5	62	64	0,8	0.7
Wasser	272.700	517.700	9,2	16,0	700	1.517	9,7	17,5
Gesamt	2 979.700	3 224.700	100,0	100,0	7.235	8.700	100,0	100,0

leitungen, welche in diesem Falle zur Berechnung des Strompreises loco Verwendungs-Mittelpunkt mit zu Kraftwerkskosten hinzuzurechnen sind und durch den mit direkten Betriebskosten fast nicht belasteten Betrieb der Wasserkraftwerke mit zu verzinsen sind. Die Abb. 2 zeigt deutlich die heute noch vorhandene gebietsweise Trennung der Gegenden mit Wasserkraftstrom (Süddeutschland mit Ausläufer über Kassel-Hannover bis Bremen, die kleineren Gebiete Belgard und Königsberg (Stragschin-Praschin), das Braunkohlennetz in Mitteldeutschland und jenes der Rheinisch-Westfälischen E. W. nebst den nicht besonders eingezeichneten Braunkohlenwerken von Dettingen und in der Oberpfalz, und die verhältnismäßig kleinen Steinkohlengebiete Ostsachsens, der Pfalzwerke, Wiesmoor und Stettin. Diese Trennung ist selbstverständlich so zu verstehen, daß je nach Leistungsdarbietung und Verbrauch die einzelnen Gebiete sich aushelfen und deren Grenzen schwanken und ineinander verlaufen, wie auch z. B. Teile des Bayern-

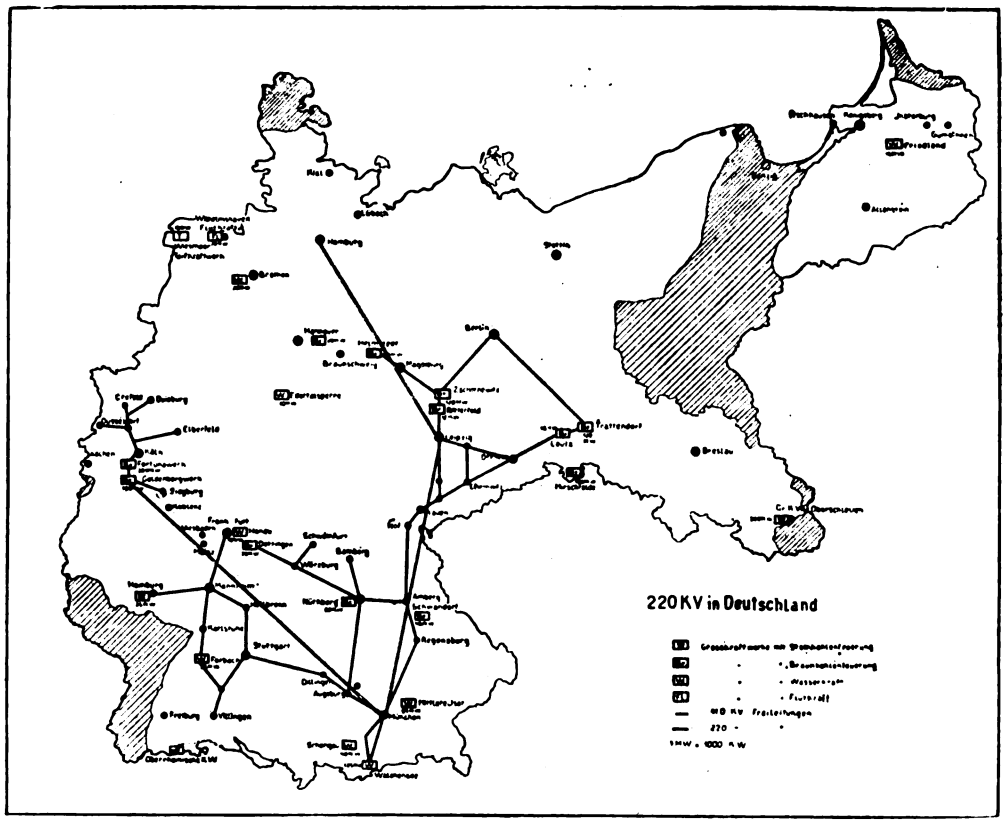


Abb. 3. Das deutsche Höchstspannungs-Netz.

Der Anteil der Wasserkräfte an der Deckung unseres Energiebedarfes ist somit von 1922 bis Ende 1925 rund gerechnet von 9,7 Prozent auf 17,5 Prozent oder um 7,8 Prozent des Gesamtbedarfes gestiegen, die Wärmekraftleistung hat dagegen dank dieses Zuwachses aus der weißen Kohle bei 20 Prozent Konsumsteigerung um diesen Betrag abnehmen können. Von dem Mehrbedarf von 1.465 Millionen kWh brauchen durch das Hinzutreten der 817 Millionen kWh Wasserkraftleistung somit nur 648 Millionen kWh durch Wärmekraft erzeugt werden.

Die beiden maßgebenden Faktoren unserer Kraftwirtschaft, Braunkohle und Wasser, ergänzen sich nun in der durch Abb. 2 anschaulich dargestellten Weise in der Art, daß die Wasserkraftwerke des Südens dauernd mit ihrer vollen, nach den Jahreszeiten bzw. der Wasserführung verfügbaren Leistung arbeiten, wogegen die Wärmekraftwerke die fehlende Leistung zuschießen, wodurch u. U. sogar der Ausbau von Wasserkräften für die nur vier- bis fünfmonatige Wasserführung rentabel werden kann. Es ist dies letzten Endes nur eine Frage der Wirtschaftlichkeit der Fernwerkes zeitweilig Kohlenstrom von Nürnberg, Dettingen, Arzberg herführen werden. Für die Verbindung und Aushilfe dieser Werke untereinander und für die Uebertragung der heute ausgebauten Leistungen in diesem Rahmen genügen die 100 kV-Netze, wie wir sie derzeit besitzen, vollauf. Die weitere Entwicklung wird dahin fortschreiten, daß ein Ausgleich zwischen den süddeutschen Wasserkräften und dem Braunkohlengebiet herbeigeführt wird. Hierzu ist die Verbindung zwischen dem bayerischen und 100 kV-Netz und dem württembergischen Netz im Bau (und diesem Komplex wird in absehbarer Zeit auch noch ein Großteil der Leistung der Vorarlberger Wasserkräfte zugeführt werden[3]). D. Schriftltg.). Dann ist nur noch die schon geplante Verbindung zwischen dem süddeutschen und dem mitteldeutschen Netz bei Hof, welche vorbereitet ist, zu schließen.

Während also für die Energieverteilung die heute vorhandene Uebertragungsspannung von 100 kV auch für die Zukunft ausreicht und aus wirtschaftlichen Gründen bei den zu bewältigenden Leistungen und Entfernungen auch

[3]) Vgl. diese Zeitschr. 1924, H. 18, S. 340.

Digitized by Google

nicht zu überschreiten ist mit Rücksicht auf die wesentlich gesteigerten Kosten der Verteilungsstationen für höhere Spannungen, ändert sich das Bild, wenn man den Austausch von Kohlenkraft und Wasserkraft über ganz Deutschland hin und den Ersatz ausländischer Kohle durch heimische herbeiführen will. Dann kommt eine Uebertragung größter Leistungen auf weiteste Entfernungen vom Erzeugungsschwerpunkt des einen Gebietes unmittelbar zum Verbrauchsschwerpunkt des anderen Gebietes in Frage ohne zwischenliegende, in der Ausrüstung teuere und im Betrieb in mancher Hinsicht unangenehme Verteilungsstellen; die Zusammenfassung der Einzelleistungen auf der Erzeugerseite und die Verteilung auf der Verbraucherseite erfolgt vielmehr durch die bestehenden 100 kV-Netze, deren Hauptpunkte unmittelbar verbunden werden. Dazu ist die Anwendung höherer Spannung nötig und infolge der Einfachheit der Ausrüstung solcher einfachst eingerichteter reiner Kopfstationen, welche nichts als z. B. bei zwei ankommenden Höchstspannungsleitungen fünf Trennschalter zum Umschalten der Leitungen in stromlosen Zustand und zwei Großtransformatoren von der Höchstspannung auf 100 kV mit je einem Oelschalter ober- und unterspannungsseitig enthalten werden, auch wirtschaftlich möglich. Ueber die technischen Einrichtungen solcher Anlagen für 220 kV gibt Schrottke a. a. O. näheren Aufschluß und kommt zu dem Schlusse, daß für die Errichtung eines solchen 220 kV-Sammelnetzes (das etwa als „Deutschland-Netz" zu bezeichnen wäre) alle Möglichkeiten heute schon gegeben sind. Wie diese, den gegenwärtigen 100 kV-Netzen übergelagerte Landes-Versorgung zu denken ist, zeigt Bild 3: München als Schwerpunkt der bayerischen Wasserkräfte ist mit Leipzig als dem Schwerpunkt der Braunkohlenkräfte und weiter Hamburg als Abnahmepunkt einerseits mit dem Goldenberg-Werk im Rheinland anderseits unmittelbar durch 220 kV-Leitungen verbunden. Denkt man sich diese Leitungen über das Netz der Abb. 2 gelegt, so erkennt man, daß dadurch tatsächlich ganz Deutschland von drei ziemlich scharf getrennten Gebieten zu einem einzigen Versorgungsgebiet zusammengefaßt würde. Wir dürfen sicher sein, daß sich diese Pläne schon unter dem Drucke der Notwendigkeit, mit unseren Bodenschätzen wirtschaftlichst hauszuhalten und anderseits unsere Produktionsmittel nach jeder Richtung hin zu verbessern, vielleicht bald verwirklichen werden. (W. 203) Rdl.

Das Kraftwerk Pfreimdtalsperre der Oberpfalzwerke wurde feierlich dem öffentlichen Betrieb übergeben. Reg.-Präsident Dr. v. Winterstein sowie Vertreter des Kreises und staatlicher Behörden und einige Pressevertreter haben an der Feier teilgenommen. Der Präsident des oberpfälzischen Kreisstaates, Oekonomierat Günther, Weiden, sprach über das Werk, das für die Oberpfalz im Laufe der stürmisch fortdrängenden wirtschaftlichen Entwicklung dieses Gebietes eine Lebensfrage geworden sei. Regierungspräsident Dr. v. Winterstein gab seiner Freude über die Vollendung des Werkes Ausdruck, das von riesiger Bedeutung für das oberpfälzische Wirtschaftsleben sein werde, und hob die energische Arbeit hervor, die das Kreisüberlandwerk geleistet hatte. Gegen Mittag begaben sich die Festgäste zu einem gemeinsamen Mittagsmahl. An den bayerischen Ministerpräsidenten wurde ein Telegramm gesandt, das ihn von der feierlichen Inbetriebsetzung des Werkes in Kenntnis setzt. In dem Telegramm gedenken die Oberpfalzwerke mit besonderer Verehrung des Ministerpräsidenten, dem die Entwicklung der Oberpfalz soviel verdanke. Ministerpräsident Dr. Held hat in einem Antworttelegramm für die Grüße gedankt und Glückwünsche und Grüße zur Vollendung des Werkes Pfreimdtalsperre übermittelt. (W. 224.)

Die Wasserkräfte des Harzes. Der Ausbau der Wasserkräfte des Harzes bildete den Gegenstand einer Besprechung, die auf Einladung des Reichsverkehrsministeriums in Berlin unter dem Vorsitz des Ministerialdirektors Gährs stattfand. Zu dieser Aussprache hatten neben dem Handels- und dem Landwirtschaftsministerium der Oberpräsident der Provinz Hannover, der Regierungspräsident zu Hildesheim, die Wasserwirtschaftliche Gesellschaft Hannover, der Verkehrsverband Niedersachsen, der Industrie- und Handelskammerverband Niedersachsen-Kassel, die Industrie- und Handelskammer Göttingen, Hannover und Hildesheim, die Braunschweigische Regierung, die Gesellschaft zur Förderung der Wasserwirtschaft im Harz und sonstige Interessenten Vertreter entsandt.

Der Leiter des Talsperren-Neubauamtes Goslar, Regierungs- und Baurat Momber, erläuterte an Hand einer Karte die vorliegenden Entwürfe für das zentrale Kraftwerk im Eckertale, das durch die Rappbodesperre, den Großoderteich und die Eckersperren betrieben werden und außer der Gewinnung elektrischen Stromes ganz besonders der Wasserspeisung des Mittellandkanals dienen soll. Dann wurde eingehend das Für und Wider der geplanten Bauten vom technischen, industriellen, land- und forstwirtschaftlichen und verkehrswirtschaftlichen Gesichtspunkte erörtert. Die nunmehrigen Pläne mit rund drei Pfennig Stromkosten per Kilowattstunde seien hoch wirtschaftlich, auch werde der baldige Bau der Talsperren durch die Notwendigkeit der Wasserbeschaffung für den fortzuführenden Mittellandkanal erzwungen. Der Großoderteich müsse als Kernstück des ganzen Projektes gelten.

Die Vertreter der Wasserwirtschaftlichen Gesellschaft Hannover verlangten mit größtem Nachdruck, daß in den Ausbauplan für die Harzwasserkräfte von vornherein auch die Errichtung von Sperren im Söse-, Sieber- und Odertale zur Vermehrung des Leinewassers aufgenommen werden müsse. Nur unter dieser Voraussetzung könne der Ableitung des Großoderteiches nach Norden, die eine Entziehung von Wasser aus dem Leinegebiet zugunsten des Okergebietes bedeute, zugestimmt werden. Da entsprechende Zusicherungen durch das Reichsverkehrsministerium gegeben wurden, ist zu erwarten, daß in der Frage der Vermehrung der gewaltigen in den Harzwässern enthaltenen Kräfte ein entscheidender Schritt vorwärts getan ist. (Magdeburgische Zeitung.) (W. 239.)

Die Energiequellen Finnlands und ihre Ausnutzung. In einer in französischer Sprache vom Staatlichen Wasserkraftbüro in Helsingfors herausgegebenen Druckschrift erörtert Hugo Malmi die dem Lande zur Verfügung stehenden reichen Kraftquellen, worunter die Ausnutzung von Wasserkräften für Schneidsägen und Mühlen schon bis ins 15. Jahrhundert zurückreicht, während in den folgenden Jahrhunderten zahlreiche Eisenhütten und Hammerwerke hydraulisch betrieben wurden. Im 19. Jahrhundert brachte dann die Aufnahme der Papierindustrie einen erheblichen Aufschwung in der Ausnutzung der Wasserkräfte und der Anwendung der Wärmekraft. Für das Jahr 1920 werden 180 000 PS Wärmekraftleistung und 193 000 PS ausgebaute Wasserkraftleistung nachgewiesen. Nach den finnischen Gesetzen steht die Wasserkraftausnutzung gemeinsam den Angrenzern am Flusse zu, und nach dem Gesetze von 1902 muß der Ausbau so erfolgen, daß der freie Abfluß des Gewässers, der Verkehr auf dem Fluß-System, die Flößerei und die Fischerei gesichert bleiben. Zur Ueberwachung dieser Belange ist die Verwaltung der Wasserstraßen und hydraulischen Arbeiten aufgestellt, welchem die Distriktsingenieure unterstehen. Für gewisse Entscheidungen ist der Oberste Verwaltungsgerichtshof zuständig. Als Besitzer ausgedehnter Landstriche verfügt der finnländische Staat über eine beträchtliche Menge von Wasserkräften, welche ungefähr ein Drittel der Wasserkraftleistung des ganzen Landes ausmachen. Der Ausbau und die damit zusammenhängenden Arbeiten sind der Direktion der staatlichen Wasserkräfte unterstellt. Das hydrographische Büro hat die Erfassung der hydraulischen Unterlagen der Gewässer zu besorgen und zu überwachen. Die Verwaltung für Handel und Industrie gibt in ihrer Statistik jeweils Angaben über die Art und Größe der ausgenutzten Kräfte auf Grund der Unterlagen der Werke.

Die Wälder Finnlands bedecken eine Fläche von ungefähr 25 Millionen ha, wovon der Staat etwa die Hälfte besitzt. Die Torfmoore werden von einer Privatgesellschaft, der finnischen Gesellschaft zur Ausnutzung der Moore, mit staatlicher Unterstützung ausgebeutet.

Finnland ist bekanntlich durch außerordentlichen See-

Digitized by Google

reichtum ausgezeichnet, wodurch ein vorzüglicher Wasserausgleich gewährleistet ist. Ein beträchtlicher Teil der Wasserkräfte liegt im Süden und in der Mitte des Landes, wo auch das Kraftbedürfnis am größten ist. Eine gute

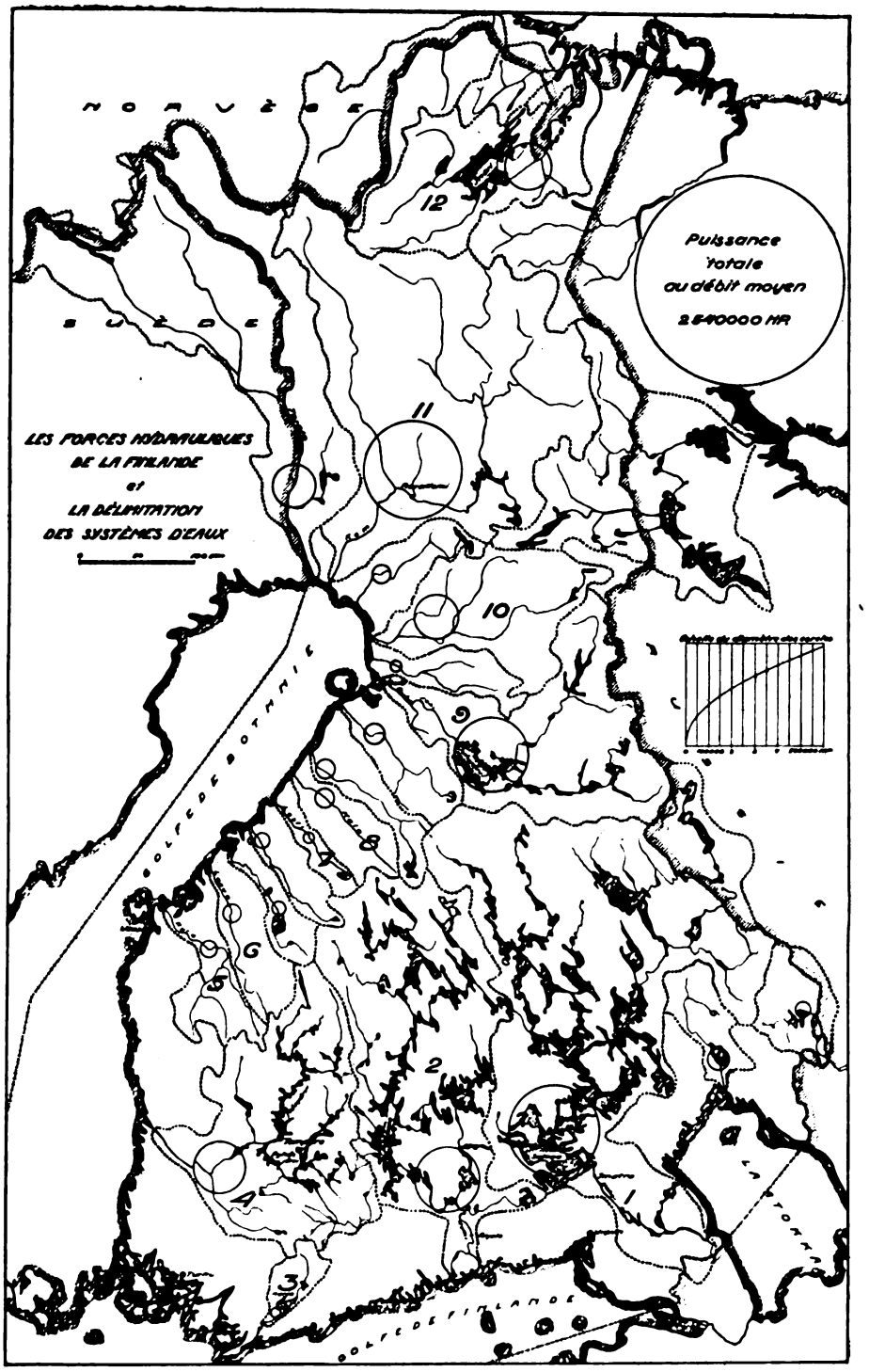


Abb. 1. Die Wassserkräfte Finnlands.

Uebersichtskarte gibt hierüber eine anschauliche Darstellung. Die Gefällsverhältnisse sind außerordentlich günstig. Die Wirksamkeit der Seen für den Wasserhaushalt ergibt sich am besten aus einer Zusammenstellung über die hydrographischen Daten der einzelnen Flußgebiete, woraus hervorgeht, daß z. B. das Verhältnis vom Niederwasser zum Hochwasser beim Vuoksen mit 20,8 Prozent Seenanteil am Flußgebiet nur 1:1,38 ist, beim Kymi wie 1:2,54, wogegen es beim wasserreichsten Strom Finnlands, beim Kemi (fast ohne Seen), auf 1:14,7 steigt. Die gesamte Energiemenge aus Wasserkräften, welche in einer weiteren Zahlentafel nachgewiesen wird, beläuft sich bei Niederwasser auf 1 059 400 PS, bei der neunmonatigen Wassermenge auf 1 319 000, bei der mittleren Leistung auf 2 540 500 PS. Der

Digitized by Google

Vuoksen, der wasserreichste Strom, hat hinter sich den Saimasee mit ca. 5000 km² Oberfläche und ergibt bis zum Laatokkasee ein Gefälle von fast 71 m, deren größter Teil (64 m) auf eine Strecke von 24 km vom Saimasee nach abwärts zusammengefaßt ist. Dort befindet sich der bekannte Imatrafall mit 18,3 m Höhe; das niedrigste Niederwasser beträgt 350 m³/sec, das Niederwasser 485 m³/sec, das Mittelwasser 570 m³/sec und das höchste beobachtete Hochwasser 1200 m³/sec. Das Ausbauprogramm der Vuoksenfälle sieht vier Stufen vor mit zwischengeschalteten Ausgleichbecken; diese Strecke des Vuoksen kann ungefähr zwei Milliarden kWh bei einer installierten Turbinenleistung von 650 000 PS abgeben.

Im Jahre 1922 waren in Finnland ungefähr 189 700 PS Wasserkraftleistung ausgenützt in 148 Anlagen. Außer diesen industriellen Anlagen besteht eine Anzahl kleiner Kraftwerke für örtliche Versorgung, deren Zahl sich im Jahre 1922 auf ungefähr 1900 mit einer Gesamtleistung von ca. 30 000 PS belief. Im ganzen sind also bisher nur etwa 14,4 Prozent der verfügbaren Neunmonatsleistung ausgenützt. In den angegebenen Zahlen ist die Leistung der in Bau begriffenen Anlagen nicht inbegriffen, deren größte die vom Staat gebaute Anlage am Imatra [1]) ist. Durch ein Stauwehr wird eine Gefällsstufe von 24 m netto gewonnen und die Regulierung des Saimaseespiegels läßt dort eine Leistung von 220—250 000 PS in Einheiten von je 27 500 PS gewinnen. Der erste bis 1928 beendete Ausbau umfaßt drei Maschinensätze von somit zusammen 75 000 PS unter einem Gefälle von zunächst 23 m. Die erzeugte Energie dient zur Abgabe an Industrie, Städte, Ueberlandversorgung und Eisenbahnbetrieb mit einer Spannung von 110 kV. Die Leitung läuft nach Viborg und quer durch Süd-Finnland nach Helsingfors und Abo.

An einheimischen Brennstoffen ist zunächst der Holzreichtum des Landes, welchen 65 Prozent der gesamten Landesoberfläche tragen und dessen jährlicher Nachwuchs etwa 44 Millionen m³ beträgt, ausnutzbar. Von der Holzgewinnung wurden 1922 für Heizzwecke (Haus, Industrie und Eisenbahn) rund 48 Prozent, für industrielle Verarbeitung rund 37 Prozent verwendet und 6,5 Prozent ausgeführt.

Der Vorrat an Torf wird auf mindestens zwei Milliarden t geschätzt, entsprechend einem Heizwert von einer Milliarde t Anthrazit; verfeuert wurden 1922 etwa 20 000 t. — Daneben kamen 242 000 t Kohle und Koks und insgesamt rund 30 500 t flüssige Brennstoffe zur Einfuhr.

Die aus Wasserkraft gewonnenen rund 189 700 PS verteilen sich auf die einzelnen Verwendungszwecke wie folgt:

Holzschleifereien	72 250 PS	38.1 %
Papier- und Zellulose-Industrie	43 500 PS	22,9 %
Metallurgische und mechanische Industrie	10 500 PS	5,6 %
Textilindustrie	8 600 PS	4,5 %
Chemische Industrie	6 250 PS	3,3 %
Sägewerk und Holzindustrie	5 000 PS	2,6 %
Verschiedene Industrien, Beleuchtung und Ueberlandversorgung	43 600 PS	23,0 %

Hierbei werden 101 300 PS zur Erzeugung elektrischer Energie und 88 400 PS zum direkten Antrieb der Arbeitsmaschinen (zumeist holzverarbeitende Betriebe) verwendet.

Die Ausbaukosten der Wasserkräfte schwanken zwischen 62½ und 250 Dollar je kW; bei größeren Anlagen kann je kW mit 75 Dollar bei 20 m Gefälle bis 140 Dollar bei 5 m Gefälle gerechnet werden.

Für die Ausnutzung der Wärmeenergie ist die große Ausbreitung der Zellstoff- und Papierindustrie bestimmend, welche ihren Wärmebedarf unter gleichzeitiger Kraftausnutzung durch Zwischendampf- und Abdampfmaschinen am wirtschaftlichsten deckt unter Zuhilfenahme von Wärmespeichern. Die elektrische Heizung hat in den letzten Jahren einen erheblichen Aufschwung genommen und beziffert sich deren Verbrauch gegenwärtig auf etwa 20 000 kW. Sie bietet ein weites Feld für die Ausnutzung von Abfallkraft der Wasserkraftwerke. Der Energieverbrauch für den Verkehr beläuft sich nach dem Stande von 1922 bei 4492 km Netzlänge der Eisenbahnen unter Annahme eines Energieverbrauches von 32 Wh auf etwa 140 Millionen kWh bei einer gleichzeitigen Höchstbelastung von 61 000 kW.

Die gesamte Energieproduktion für das Jahr 1922 stellt sich etwa wie folgt:

	Wasserkraftenergie Mill. kWh	Wärmekraftenergie Mill. kWh
Industrie, Städte und Land	480	285
Eisenbahnen		140
Schiffahrt		100
Kraftfahrzeuge		12
insgesamt	480	537

Diese Zahlen geben einen guten Ueberblick über die heutige wie über die zukünftige Kraftwirtschaft Finnlands. (W. 210.) Rdl.

Der Plan der Elektrisierung in Rußland wurde im Jahre 1921 auszuführen begonnen. Darin ist folgendes vorgesehen:

1. Der Aufbau vor allem der dreißig großen Elektrokraftanlagen an den Stellen, wo der Bedarf an großen Mengen elektrischer Energie besonders fühlbar ist.
2. Die rationelle Benutzung der vorhandenen elektrischen Anlagen.
3. Die Entwicklung der kleinen Elektrisierung.

Es ist möglich, den betreffenden Plan auszuführen, weil die privaten Interessen, die in anderen Ländern die rationelle Entwicklung der Wirtschaft behindern, in Rußland beseitigt sind.

Beim Entwerfen des Elektrisierungsplanes in der U.d. S.S.R. waren die Baukosten für die großen elektrischen Anlagen auf 1 200 000 000 Goldrubel geschätzt.

Die Einrichtung einer Elektro-Bank hat geholfen, den Bau eines Teiles der Elektroanlagen auf die Kosten bestimmter Organisationen abzuwälzen. Der Plan sieht in erster Reihe die Herstellung von dreißig elektrischen Rayonsanlagen mit Leistung von 1 750 000 Kilowatt vor; von diesen Anlagen sind jetzt elf im Bau und stehen vor der Vollendung, wobei vier von ihnen teilweise schon arbeiten.

Die folgenden Anlagen sind im Bau:

Benennung	Rayon der Bedienung	Leistung	Brennstoffart
Wolchowskaja	Leningrad	54000 K.W.	Wasser (Weiße Kohle)
Krasny Oktjabr	„	20000 „	Torf
Schaturskaja	Moskau	48000 „	„
Kaschirskaja	„	44000 „	Kohle (Moskau)
Schterowskaja	Donbas	20000 „	Anthrazit
Nidschegorodskaja	Nischny-Nowgslod	20000 „	Torf
Gubachanskaja	Kisilowsky	6000 „	Kohle
Jaroslawskaja	Jaroslawl	5000 „	Torf
Zemontschalskaja	Tifliss	12000 „	Wasser (Weiße Kohle)
Taschkentskaja	Taschkent	2000 „	„ „ „
Ekaterinburgskaja	Ekaterinburg	6000 „	Torf

Auf diese Weise sind die größten elektrischen Bauten um Moskau und Leningrad herumgruppiert.

Im nächsten Jahre (1925) wird angesichts der gleichzeitigen Vollendung des Baues von mehreren Anlagen der Zuwachs der Leistung der elektrischen Energie in Rußland etwa 157 000 Kilowatt erreichen.

Der Moskauer Maschinentrust hat auch bereits mit dem Bau von Wasser- und Dampfturbinen begonnen, u. a. für eine Wasserkraftanlage in Tiflis. (Das neue Rußland.) (W. 227.)

Die Elektrizitätsversorgung Rußlands. Von der Elektrokreditgesellschaft in Moskau wurde eine „Bank für die Elektrisierung der russischen Sowjetrepublik" mit 7 Mill. Goldrubel Aktienkapital begründet, die zur Ausgabe weiterer Anleihen berechtigt ist. Der „Moskauer Maschinentrust" hat im Einvernehmen mit dem Hydraulischen Laboratorium der Moskauer Technischen Hochschule eine Versuchsstelle für Turbinen unter Leitung von Fachingenieuren begründet. Auch der „Maschinentrust Petersburg" hat den Bau von Dampfturbinen aufgenommen und bereits Bestellungen für Leistungen bis zu 15 000 PS übernommen. Der am 8. Juni in Moskau abgehaltene Elektrizitätskongreß unter Leitung

[1]) Siehe diese Zeitschrift 1924, Heft 12, Seite 210.

Digitized by Google

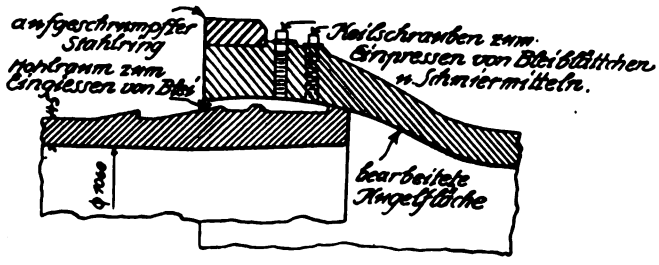
Prof. Kogans stellte fest, daß vorläufig nur die wichtigsten Punkte des Elektrisierungsprogramms durchgeführt werden können, zunächst im Gebiet der Hauptstädte Moskau und St. Petersburg; es sollen aber schon im nächsten Jahre Werke von 200 000 kW Leistung errichtet werden und auch die Entwicklung landwirtschaftlicher Anlagen in Angriff genommen werden. Die Einführung des elektrischen Betriebs der Hauptbahnen ist an nächster Stelle geplant. Zunächst soll das Bestreben dahin gerichtet sein, im Lande größere Abnehmer für die elektrische Energie zu finden. Zu diesem Zwecke sollen Hochspannungsleitungen errichtet und die Gruben und Hüttenwerke elektrisch betrieben werden. Die staatlichen Kommissäre schätzen den Geldbedarf für diese Vorhaben im nächsten Jahre auf 12,5 Mill. Rubel, von denen 10 Millionen als Anleihen aufzunehmen wären. (V. d. I. — Nachr.) (W. 198.)

Wasserbau

Holzrohre im Altertum. In der aus Römerzeit stammenden Goldgrube „Jád" der Gewerkschaft „Sztanizsaer Goldbergwerke" am Feriezel zu Brad in Siebenbürgen — die dortigen Goldminen gehören bekanntlich zu den ältesten Betrieben, die die Technik kennt — fand man im Jahre 1891 ein vollständig erhaltenes Pumpenrohr aus Tannenholz von 20 cm l. W. und 5 cm Wandstärke. Die innere Rohrwand zeigte einen schleimigen, tongrauen Ueberzug, außen war das Rohr von einer etwa zolldicken eisenoxydhaltigen Schlammschicht überkrustet. Das Holz der Rohrwand war vollständig frisch und gesund, von natürlicher heller Farbe, und verhielt sich gegen Messer und Säge wie eben gefälltes, frisch verwendetes Holz. Das Alter dieses römischen Pumpenrohres wäre dem Fundort entsprechend auf etwa zweitausend Jahre anzusetzen. Es wurde außerdem dort gefunden eine größere Anzahl römischer Mauerziegel mit dem entsprechenden Legionszeichen, Wachsschreibtafeln der römischen Bergwerkbeamten, Grubenlampen usw., die zurzeit im Budapester Museum aufbewahrt werden. Allem Anschein nach verwendeten die Römer in diesen Goldgruben Kriegsgefangene als Bergarbeiter, deren in den Felsen getriebene Gefängnisse noch heute in den Minen zu sehen sind. Wir verdanken vorstehende, hochinteressante Mitteilung dem damaligen Minenleiter der betreffenden Grube. Es ist also durchaus nicht zuviel gesagt, wenn man in Abhandlungen über Holzrohre die Behauptung findet, daß wassergesättigtes, vor Luftzutritt möglichst geschütztes Holz geradezu unbegrenzte Lebensdauer hat. (W. 233.)

Diplomingenieur E. Waninger.

Eine verbesserte, biegsame Rohrverbindung. In der Abbildung ist eine von der United States Cast Iron Pipe and Foundry Co., Burlington, N. J., in letzter Zeit herausgebrachte verbesserte biegsame Rohrverbindung wiedergegeben. Der erste Entwurf wurde schon vor zehn Jahren für die Catshill-Wasserleitung unter der Einfahrt des New Yorker Hafens angewandt, bei welcher Gelegenheit die Festigkeit und die Dichtigkeit der Verbindung durch Versuche erprobt wurde (1. Engineering News Record v. 22. X. 1914). Die Rohrverbindung wird jetzt in der gezeichneten Form für den in Ausführung begriffenen zweiten Strang der Catshill-Leitung von 1,06 m ⌀ in Anwendung gebracht. Im wesentlichen ist sie dieselbe geblieben. Die Innenfläche des übergreifenden Rohrendes ist genau nach einer Kugelfläche gekrümmt und glatt poliert, damit das



in den Zwischenraum eingegossene und auf dem Zapfen des anderen Rohrendes festsitzende Blei ohne Haftung an dieser Kugelfläche gleiten kann. Auf genaue Ausführung dieser Fläche ist erhöhter Wert gelegt worden. Ebenso sind die mit Schrauben verschließbaren Löcher im Umfang des übergreifenden Rohrendes, durch welche nach dem Erkalten des eingegossenen Bleies feste Bleiblättchen und zum Schluß Schmiermittel zum Ausfüllen des durch das Schwinden entstehenden Raumes eingepreßt werden, vergrößert worden.

Die neue Rohrleitung — beschrieben im Engineering News Record v. 15. 5. 24, S. 838 — ist 3200 m lang und liegt bis zu 23 m unter dem Wasserspiegel.

Die beschriebene Rohrverbindung wird für alle Rohrgrößen von 0,40 bis 1,20 m ⌀ ausgeführt und gestattet einen größten Knickwinkel von 10½ Grad. (Eng. News Rec. v. 15. 5. 24.) (W. 230.) Ge

Ein neuer Energievernichter für Ueberwasser ist von Dipl.-Ing. O. Poebing, Konservator und Betriebsleiter des Hydraulischen Institutes der technischen Hochschule München, vorgeschlagen und 1922 bei dem Esibe-Modell ausprobiert. Er besteht in einer Art Venturirohr, in welchem in gewissen Abständen und nach gewissen Verhältnissen sich erweiternde Drosselplatten eingebaut sind, zwischen welchen der Wasserstrahl durch Wirbelbildung abgebremst wird. Da sich diese Abbremsung auch für große Leistungen auf überraschend kleinen Raum beschränkt, und da man durch die Venturiwirkung insbesonders bei hohen Gefällen sehr kleine Rohrdimensionen für die abzubremsende Wassermenge bis zum Energievernichter verwenden kann, so ergeben sich unter Vermeidung jeglicher Beanspruchung des Bauwerkes und unter jeglicher Spülwirkung, sowie unter Vermeidung jeglicher Spritz- und Verdunstungswirkung wesentliche Ersparnisse an Rohrleitungs- und Baukosten. Das Wasser strömt ohne Druck aus dem den Energievernichter umgebenden Tosbecken vollständig beruhigt wie aus einem überlaufenden Wassergefäß ab.

Die Vorteile dieses Energievernichters gegenüber bisherigen Ausführungen liegen demnach in der denkbar einfachsten Bauweise bei kleinstem Platzbedarf, in bedeutender Ersparnis für Rohrleitung und Bauwerk, in unbedingter Betriebssicherheit bei Belastungswechsel und in völliger Schonung des Bauwerkes begründet. Von Interesse ist, daß für eine ausgeführte Anlage (Kraftwerk Röhrenhof, 1000 PS bei 110 m Gefälle) zunächst im Projektierungsstadium ein Energievernichter nach der Bauart Professor Kreuter vorgesehen war, welcher ein Tosbecken von zirka 35 m² Tosbeckenfläche erhalten sollte. Der von Poebing 1923 vorgeschlagene und nach dessen Vorschlag durch das Teilnetz des Kraftwerkes ausgeführte Energievernichter hat demgegenüber eine Tosbeckenfläche von nur 1,0 m² Fläche. Der Abfluß der abströmenden Wassermenge erfolgt im Kraftwerk Röhrenhof vollkommen ruhig ohne jede Spritz- oder Spülwirkung.

Es hat sich somit erwiesen, daß der Poebing'sche Energievernichter — von demselben „hydraulische Düsenbremse" benannt — wesentlich vorteilhafter und billiger gegenüber den bisher bekannten Energievernichtern in Wasserkraftanlagen einzubauen ist. (W. 221.)

Bahnelektrisierung.

Elektrisierung des bayerischen Bahnbetriebes. Die erste Teilstrecke der sogenannten Holzkirchener Liniengruppe, der rund 22 km lange Abschnitt Garmisch—Murnau, ist betriebsfertig und im Laufe des September bereits probeweise elektrisch befahren worden: einmal durch eine Leerlokomotive und einmal durch einen planmäßigen Güterzug unter Verwendung einer Lokomotive der Strecke Garmisch-Reutte. Die Fahrten dienten Versuchen hinsichtlich Beeinflussung der Schwachstromleitungen und verliefen völlig zufriedenstellend. Die Stromversorgung erfolgte vom Ruetzwerk (Mittenwald- und Arlbergbahn) her. (W. 238.)

Der erste elektrische Schnellzug Attnang — Aussee. Der Schnellzug 2304 wurde am 24. Juli zum erstenmal mit einer Elektrolokomotive ab Attnang bis Aussee geführt,

Digitized by Google

ohne von einer Dampflokomotive begleitet zu sein. Mithin erfolgte tatsächlich mit dieser Fahrt die Eröffnung des elektrischen Betriebes. Da am Bahnhof Attnang nur drei Geleise mit elektrischen Drähten überspannt sind, mußte der Wiener Schnellzug vorerst mit einer Dampflokomotive zum Stellwerk geschoben werden, wo ihn die Elektrolokomotive erwartete. Der Schnellzug war so schwer, daß zwei Dampflokomotiven zu seiner Beförderung notwendig waren, die Elektrolokomotive zog ihn allein anstandslos bis Aussee. Die Fahrt ging ohne jede Eröffnungsfeier vor sich. (Grazer Tagespost.) (W. 226.)

Elektrisierung der Strecke Prag-Pilsen. Nach einer uns aus Pilsen zugegangenen Mitteilung kann an eine Elektrisierung dieser Strecke erst nach dem Jahre 1927 gedacht werden. Die Schwierigkeiten in der beabsichtigten Elektrisierung bestehen laut unserer Quelle in dem Mangel an einheimischen Fabriken entsprechender Leistungsfähigkeit, die das erforderliche rollende Material und die Streckenausrüstung in entsprechend kurzer Zeit liefern könnten. Auch muß die Stromversorgung der Strecke vorher sichergestellt sein. Dies wird aber erst nach Fertigstellung der geplanten Großkraftwerke (Talsperren) und der Fernleitung zutreffen. Den Bau der 20 m hohen Staumauer bei Stechowitz dürfte das Ministerium für öffentliche Arbeiten demnächst ausschreiben; die Baubewilligung wurde bereits erteilt. (Techn. Rundschau und Anzeiger 1924, H. 19.) (W. 237.)

Zuschrift.

Die Wassermessung in Raanaasfoss. Herr Baurat E. Treiber (Karlsruhe) schreibt uns: „Die Veröffentlichungen des Herrn Ingenieur H. Thoresen über die Turbinen der Norwegischen Wasserkraftanlage Raanaasfoss (Z. d. V. d. J. 1924, Seite 368) und über Wassermessungen bei großen Wassermengen (Wasserkraft 1924, Seite 286) enthalten sehr interessante Angaben über die mit einer größeren Anzahl gleichzeitig arbeitender Woltmann-Flügel ausgeführten Messungen im Einlauf der großen Turbine Raanaasfoss. Da die Messung der großen Wassermengen solcher Niederdruckanlagen mit hoher Schluckfähigkeit der Turbinen nur mit Hilfe von Woltmann-Flügeln, und zwar fast immer nur in einem Querschnitt möglich ist, der notgedrungen in verhältnismäßig geringer Entfernung vor der Turbine liegt, wo also das Vorhandensein einer halbwegs geregelten Strömung kaum anzunehmen ist, wäre es von großem Interesse, wenn die Mitteilungen über die Abnahmeversuche in Raanaasfoss noch durch Bekanntgabe des bei einzelnen Flügelmessungen ermittelten Verlaufs der Geschwindigkeit in den einzelnen Meßebenen ergänzt würden." (W. 235.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Bahnelektrisierung. Gegenwärtiger Stand der elektrischen Bahnbetriebe. Von Oberregierungsrat Usbeck. — Z. d. V. d. I. 1924, H. 37, S. 943—949, m. 20 Abb. (Wirtschaftlichkeit bei dichtem Verkehr auch mit Wärmekraftwerken. Bisheriger Stand und geplante Ausdehnung. Stromverteilung, Betrieb, Einheitslokomotiven. Mit Uebersichtskarte.)

— Die elektrischen Lokomotiven der französischen Hauptbahnen. Schweiz. Bauztg. 1924, Bd. 84, H. 14, S. 168—170; 4 Abb. (Kurze Beschreibung und Typentafel der Gleichstromlokomotiven der französischen Hauptbahnen.)

— Die Gleichstrom-Lokomotiven Serie E 21 bis E 25 der Paris—Orleans-Bahn. Von Schärrer. B.B.C.-Mitteilungen Baden 1924, H. 3, S. 51—53, und H. 5, S. 98—99; 1 Tafel und 6 Abb. (Beschreibung des mechanischen und elektrischen Teiles der Lokomotiven von 1800 PS Stundenleistung, 1500 V.)

— Akkumulatorenlokomotiven größerer Leistung für den Verschiebedienst. Von Hiertzeler. B.B.C.-Mitteilungen Baden 1924, H. 10, S. 215—219; 6 Abb. (Beschreibung der italienischen Akk.-Lok. mit 260 PS Stundenleistung und 395 Ah sowie der schweizerischen Akk.-Lok. mit 100 PS Stundenleistung und 378 Ah Kapazität.)

Elektrotechnik. Ein neuer Fliehkraftauslöser (Drehzahlwächter). Von Ing. Schwaighofer. — Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien, 1924, H. 38, Seite 568 bis 569; 7 Abb. (Neuer Zentrifugalschalter der österr. S.S.W. mit geringer Eigenreibung, hoher Empfindlichkeit und Energie mit frei beweglicher Kugel.)

— Rückblick auf die Entwicklung der Brown Boveri-Konstruktionen im Jahre 1923. Von Sachs und Faber. — B.B.C.-Mitteilungen Baden 1924, H. 8, S. 147—187; 84 Abb. (Beschreibung der bemerkenswerten Neukonstruktionen im Elektro-Maschinen-Transformatoren- und Apparatebau; Freiluft-Schaltanlagen, Bahnbedarf; Dampfturbinen, Höchstdruck-Vorschaltturbinen, Kondensatoren.)

Wasserbau. Ermittelung der sekundlichen Abflußmengen in natürlichen Flußläufen auf Grund von Oberflächengeschwindigkeitsmessungen. Von M. Matakiewicz. — Oesterr. Monatsschrift f. d. öffentl. Baudienst 1924, H. 7, S. 98—99; 2 Abb. (Mitteilung von Gleichungen für das Verhältnis der mittleren zur Oberflächengeschwindigkeit, in denen versucht wird, die Abhängigkeit von J auszudrücken; Bemerkungen hierzu von Min.-Rat Ehrenberger.)

— Die Verlandungen des abgeleiteten Rheins im Bodensee und ihre Beziehungen zur Rheinregulierung. Von Dr.-Ing. Ph. Krapf, Innsbruck. — Oesterr. Monatsschrift f. d. öffentl. Baudienst 1924, H. 8, S. 110—113; 4 Abb. (Mitteilung der Ergebnisse der Vermessung des Schwemmkegels des Rheins bei Fussach, die interessante Schlüsse auf die Größe der Sinkstoff- und Geschiebebewegung zulassen.)

— Berechnung bogenförmiger Staumauern, Kreisbögengewölbe durch Wasserdruck belastet. Von Fr. Carton. — Le Génie Civil Nr. 9 v. 30. 8. 24, S. 192—195; 5 Abb. (Ableitung der Gleichungen für die Spannungsermittelungen für den speziellen Fall eines horizontalen Gewölbeschnittes mit kreisbogenförmiger Achse und beiderseits gleicher Temperaturen als Grundlage für die Behandlung der hiervon abweichenden Sonderfälle.)

— Eisenspundwand im Seewasser in Havanna, Cuba. Engineering News Record Nr. 26 vom 26. 6. 1924, S. 1086—1088; 4 Abb. (Beschreibung einer eigenartigen Hafenmauerkonstruktion, bei der die im Grundriß aus leicht bogenförmigen Teilstrecken bestehende Eisenspundwand im oberen Teil bis 60 cm unter Wasserspiegel einschließlich der Ankereisen mit 35 cm starkem Beton 1:2:4 ummantelt ist. Angetroffener Fels wurde zur Aufnahme des Spundwandfußes vorher entsprechend ausgearbeitet.)

— Klassifizierung und Benennung der Erddamm-Typen. Von J. A. Holmes, Chicago. — Engineering News Record Nr. 26 v. 26. 6. 1924, S. 1102; 7 Abb. (Nach Herstellungsart und den verwandten Materialien werden unterschieden: 1. Reiner Erddamm; 2. Damm mit innerem Lehmkern; 3. Damm mit massivem Kern; 4. Damm mit wasserfestem Kern; 5. Damm aus Erde und Stein; 6. hydraulisch gespülter und 7. trocken geschütteter und durch Wasserspülen gesetzter Damm.)

— Ueber die Wasserströmung in einem mit Stichkanälen versehenen Umlaufkanal bei Kammerschleusen. Von B. Schumacher, Duisburg-Meiderich. — Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech., Heft 4, August 1924, S. 292—295; 5 Abb. (Mathematische Behandlung der Strömungsvorgänge an den Trennungsstellen von Umlauf und Stichkanälen. Aus einer Dr.-Dissertation vom 7. 3. 1923, Aachen: Ueber die Grundlagen der Wasserbewegung beim Betriebe von Kammerschleusen.)

Energiewirtschaft. Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie. Vom 4. Sept. 1924. — Schweiz. Bauztg. 1924, Bd. 84, H. 14, S. 170—172. (Abdruck der Bundesratsverordnung über die Ausfuhr elektr. Energie aus der Schweiz.)

— Die Wasserkräfte Kanadas und ihre Ausnützung. Von L. Hamilton. Zeitschr. für Geopolitik,

Digitized by Google

Heft 6, Juni 1924, S. 358—365; 2 Abb., 1 Karte. (Darlegung der in Kanada besonders günstigen Verhältnisse für die in der Nähe der Verbrauchszentren vorhandenen Wasserkräfte. Zahlenangaben über den jetzigen Stand der Ausbeute und die geplante Weiterentwicklung.)

— Elektrisierung auf dem Lande. (Nach Progrès Civique.) — Wasser und Gas, 1924, H. 23, S. 766-67. (Anwendung d. Elektrizität zum Pflügen u. alle sonstigen landwirtschaftl. Zwecke, nicht nur zum Dreschen allein, vergleichmäßigt die Belastung und verbilligt den Strom. Kritik des Vorgehens des französ. Staates, der mehr Interessen zu garantieren als die Verbraucher stütze und nicht allein von Zweckmäßigkeitsgründen sich leiten lasse, auch bei der Wahl des Gleichstromsystems für die Bahnen.)

Wasserkraftanlagen. Das Ostpreußenwerk. Von Dipl.-Ing. Jahnke. — E.T.Z. 1924, H. 41, S. 1073—1076; 11 Abb. (Kurze Beschreibung der Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen, besonders der Wasserkraftwerke Friedland [3 × 5400 + 2100 PS] und Gr. Wohnsdorf [4 mal 1040 PS], Staubecken.)

— Rußlands erstes Großwasserkraftwerk. Von K. I. Karlssohn. „Teknisk Tidskrift", 1924, H. 17, S. 37—39. 7 Abb. (Beschreibung der im Volhov-Fluß erbauten Niederdruck-Wasserkraftanlage mit 8 Francisturbinen von je 8500 kW.)

— Wasserkraftanlage der Compania Hidroelectrica del Rio de la Alameda S.A., Mexiko. Von Obering. Tracinski. — Siemens-Zeitschr. 1924, H. 8 und 9, S. 245—254 und 307—318; 32 Abb. (Eingehende Beschreibung aller Teile der in schwierigem Gebiet errichteten Anlage von 3 × 4000 PS bei 328 m Gefälle mit 60 kV-Uebertragung auf 66 km Entfernung nach El Olivar über 3700 m Seehöhe. Die Oertlichkeiten und Betriebsverhältnisse erforderten möglichste Einfachheit und Unempfindlichkeit. Turbinen: Voith; elektr. Anlage: S.S.W.)

— Aufstellung von Turboaggregaten auf tischförmigen Fundamenten. Von Leidig. — B.B.C.-Mitteilungen Baden 1924, H. 9, S. 208; 1 Abb. (Ein 3000 kW 300 n-Dampfturbogeneratorsatz ist auf einem freistehenden Eisenbetontisch im Maschinenhaus, das keinen Zwischenflur enthält, aufgestellt.)

— Die neue Zentrale des E. W. Wynau. Von Fisler. — B.B.C.-Mitteilungen Baden 1924, H. 9, Seite 205—208; 3 Abb. (Beschreibung der hydraulischen und elektrischen Anlage, Propellerturbinen.)

— Die Wasserkraftanlage bei Chancy-Pougny an der Rhône. Von Ch. Dantin. — Le Génie Civil Nr. 1 vom 5. 7. 24, S. 1—10; 13 Abb. und eine Tafel. (Beschreibung der 15 km unterhalb Genf gelegenen Anlage, deren Inbetriebnahme bevorsteht; Maschinenleistung: fünf vertikalachsige Francis-Einradturbinen von je 9000 PS Maximalleistung bei rund 8,50 m Gefälle und 92 m³ Schluckfähigkeit. Wiedergabe der einzelnen Bauabschnitte.)

— Einselbsttätiges 7300 kVA-Wasserkraftwerk (A 7300-kVA-Automatic Hydro Station). — El. World 1924, Bd. 83, S. 1319—1326 und Bd. 84, S. 111—114. (Beschreibung der elektrischen und hydraulischen Einrichtungen der nur durch Bedienen des Linienschalters im Hauptkraftwerk gesteuerten Anlage mit Synchrongenerator-Schaltbilder.)

Eingegangene Bücher.

(Nähere Besprechung vorbehalten.)

Hütte, Taschenbuch f. Betriebsingenieure. Herausgegeben vom Akademischen Verein „Hütte" e. V. und Dr.-Ing. A. Stauch. Zweite, überarbeitete und vermehrte Auflage. 1325 Seiten mit 1440 Abb. — Berlin 1924, Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geb. Gm. 19.50.

Die Theorie der Wasserturbinen. Ein kurzes Lehrbuch von Rudolf Escher †. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage, herausgegeben von Robert Dubs. — 3. Auflage, 356 Seiten mit 364 Abb. und einer Tafel. Berlin 1924, Julius Springer. Preis geb. Gm. 13.50.

Förteckning över Sveriges vattenfall. 38. Angermanälven, Kartblad 91/24, 79—83/23, 84—88/23. — 53. Dalälven. — 48. Ljusnan frau km 320 bis km 362,6. (Teile des außerordentlich sorgfältigen Wasserkraft-Katasters der kungl. Vattenfallsstyrelsen och Statens Meteorologisk-hydrografiska Anstalt.)

Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. Heft 12/1924: Ueber Zementkitte. Von Dr. E. Gerold, Hermsdorf. (Systematische Untersuchung verschiedener Zementkitte hinsichtlich ihres Verhaltens und ihrer Festigkeitseigenschaften.)

Stützisolatoren für Hochspannungs-Freileitungen. Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G. m. b. H., 1924. (Beschreibung, Typen- und Maßliste.)

Svenska Vattenkraftföreningens publikationer Nr. 163 (1924 : 6): Bericht über die 15. ordentliche Jahresversammlung u. a. enthaltend: Das neue Kraftwerk Bergsbron-Havet der Holmens Bruhs-och fabriks-A.-B., von Grewin. Einige Gesichtspunkte für rationelle Ausnutzung von Speicherseen, von Samsioe. Kraftwerke ohne ständige Bedienung, von Zachrisson. — Nr. 164 ((1924 : 7): Liljans Reglering.

Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft. 5. und 6. Band, 1922/23. Hamburg, Verlag der Hafenbautechnischen Gesellschaft, e. V. Buchhändlerischer Vertrieb durch Boysen und Maasch, Hamburg, 1924. — 353 Seiten und 118 Abb. und 6 Tafeln und Textblättern.

Annali delle Utilizzazione delle acque (herausgegeben vom Ministerium d. öffentl. Arbeiten), Rom 1924. Fasc. 1: enthält u. a.: Seen und Abfluß, von Ing. Kambo; Die fertigen und im Bau befindlichen Staudämme in Italien 1923 (m. 38 Tafeln), von Ing. Bonomi; Der Gleno-Staudamm (m. 13 Tafeln); technische Uebersicht; die Wasser-Gesetzgebung in Italien und im Ausland; statistische Notizen über Konzessionen. — Facsc. 2: Erhaltung und Schutz der Kraftkanäle (m. 3. Tafeln), von Ing. Veronese; Die Bewässerung der Po-Ebene, das Cavour-Kanalnetz (mit 25 Tafeln), von Ing. Bonomi; Ausnutzung der Wasserkräfte im Stausee des Flusses „Nera-Velino" (m. 7 Tafeln), von Ing. Bonomi; Staumauern mit Widerlagern oder Schwergewichtsmauern? (m. 6 Tafeln); Wasserentnahme-Konzessionen zur Kraftgewinnung von 1917 bis 1923, von Ing. Bonomi; Statistische Angaben über Wasserkraftnutzung in versch. Ländern; Wassergesetzgebung in Italien und dem Ausland; Neue Bücher.

Die Wasserturbinen und Turbinenpumpen. Von R. Thomann, Prof. a. d. Universität Lausanne. Erster Teil. 3. umgearbeitete u. erweiterte Aufl., 157 S. m. 170 Abb., Stuttgart 1924, Konrad Witwer. — Preis geb. Gm. 8.—.

Caratteristiche costruttive delle Turbine idrauliche negl' impianti attuali. Von Ing. Guido Gambardella. (Eine Uebersicht über die konstruktiven Grundlagen der modernen Wasserturbinen der Gegenwart: allgemeine Kennzeichen: charakteristische Größen, Wirkungsgrad, Regulierung; konstruktive Kennzeichen: behandelt die Einzelteile, wie Laufrad, Saugrohr, Leitapparat und Aufstellung der Francis-, Kaplan- und Peltonturbinen.) Neapel, Francesco Lubrano, 1923. 131 Seiten m. 18 Abb. —

Der Druckabfall in glatten Rohren und die Durchflußziffer von Normaldüsen. Von M. Jakob und S. Erk. (Mitteilungen aus d. phys.-techn. Reichsanstalt.) (Nachprüfung des Druckabfalles in glatten Rohren mit Wasser und Ermittlung der Ausflußziffern für Gas der Normaldüse verschiedener Größe sowie einer kürzeren Düse nach Hinz und einiger Stauränder nach dem Verfahren der Gasmengenbestimmung von Jakob mittelst glatter Röhren. Der neue Wert der Ausflußziffer weicht von dem obengenannten nicht unbeträchtlich ab. Es ist ohne Gesamtmessungen gelungen, die Ausflußziffer von Normaldüsen so genau zu bestimmen, daß nunmehr Gasmengen mit beliebig großen Düsen für alle praktischen Zwecke genügend genau gemessen werden können.) Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Ingenieurwesens. Heft 267, 28 Seiten m. 14 Zahlentafeln u. 17 Abb. Berlin 1924, V.d.I.-Verlag. Preis Gm. 4.—.

Lehrbuch der Hydraulik für Ingenieure und Physiker. Von Dr.-Ing. Theodor Pöschl, o. ö. Professor a. d. Deutschen Techn. Hochschule in Prag.

Digitized by Google

— 192 Seiten m. 148 Abb. — Berlin 1924, Verlag Julius Springer. Preis brosch. Gm. 8.40, geb. Gm. 9.30.

Beiträge zur Frage der Geschwindigkeitsformel und der Rauhigkeitszahlen für Ströme, Kanäle und geschlossene Leitungen. (Mitteilungen des Amtes für Wasserwirtschaft, Nr. 16.) Von Dr. A. Strickler. 77 Seiten m. 1 Abb., 14 Tabellen u. 41 Tafeln.(Einfache Näherungsformel, Verteilung der Geschwindigkeit im Querschnitt, Staurechnung, Koeffizienten.) Bern 1923, Sekretariat d. Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, Bollwerk 27, Bern. Preis schw. Fr. 5.—.

Bopp u. Reuther, Mannheim-Waldhof: Großarmaturen für Wasserkraftanlagen. Ein Album mit 57 Seiten Abbildungen großer ausgeführter Armaturen (Schieber, Drosselklapepn mit Hand- und Rohrbruchbetätigung, Flügel-Wassermesser, Venturimesser). (W. 246.)

Buchbesprechungen

Tage der Technik 1925. Illustrierter technisch-historischer Abreißkalender. Von Dr.-Ing. h. c. Franz M. Feldhaus. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin. Preis G.-M. 4.50.

Der vierte Jahrgang dieser Fundgrube für Erinnerungen an die Leistungen menschlichen Schöpfergeistes schließt sich den früheren Jahrgängen würdig an. Wie aktuell er geführt ist, zeigen — als nur einige herausgegriffene Beispiele — die Notizen über die Inbetriebsetzung des Walchenseewerkes (26. Jan.), über die Einführung des Rumpler- und des Jarag-Kraftwagens, über die Erteilung des ersten deutschen Kaplanpatentes. Jeder Tag weiß wichtige Daten von Männern und Ereignissen der Technik zu bringen, verbunden mit der bildlichen Darstellung alter und neuester Schöpfungen, unter welchen jeder Techniker und darüber hinaus eigentlich auch jeder gebildete Laie genug des Wissenswerten in seinem Sondergebiet finden und sammeln wird. Es ist erklärlich, daß die Erinnerungen an deutsche Männer und deutsche Leistungen überwiegen, trotzdem ist der Verfasser weit entfernt von Einseitigkeit. — Bedauerlich ist es, daß er sich gezwungen sieht, im Geleitwort Klage zu führen über die Interesselosigkeit, die er bei vielen deutschen Firmen gegenüber seiner Bitte um Mitwirkung erfahren muß im Gegensatz zu großer Bereitwilligkeit in Auslandskreisen. Hat der deutsche Unternehmer und Ingenieur des Durchschnittes nur etwas übrig für jene Forschung, deren Ergebnisse sich sofort in Geld umsetzen? Am Ausland, dem man so oft mangelnde wissenschaftliche Behandlung der Technik vorwirft, müssen wir hier lernen.

Herausgeber wie Verlag haben auch für 1925 den Kalender inhaltlich und in seiner Ausführung zu einer Freude für jeden gestaltet, der die Bedeutung der Technik erkennt. (W. 244.) Ing. C. Reindl.

Das Bank-Akkreditiv. Von Heinrich Stummer. In der vorliegenden Arbeit bringt der Verfasser in dankenswerter Weise Betrachtungen eines Institutes des Wirtschaftslebens, über das trotz seiner unbestrittenen, stets steigenden Bedeutung in der Praxis bedauerlicherweise — und nicht allein beim Laienpublikum — noch erhebliche Unklarheiten bestehen. Das liegt nicht so sehr an dem Mangel an Literatur über das fragliche Rechtsinstitut, als vielmehr an der Tatsache, daß es sich um eine Einrichtung der kapitalistischen Verkehrswirtschaft handelt, die sich noch in vollster Entwicklung befindet und mithin eine theoretische Behandlung der Gefahr der Unvollständigkeit aussetzt. Hinzu kommt außerdem, daß die vorhandene Literatur sich auf viel zu breiter Basis bewegt und demgemäß ein genaueres aktuelles Eingehen auf das Specificum Bank-Akkreditiv vermissen läßt. Um so erfreulicher ist es, daß der Verfasser in anerkennenswert straffer Disziplin unter Verwertung seiner reichen Erfahrungen als Praktiker die wirtschaftlichen und juristischen Seiten der Materie einer lehrreichen Betrachtung unterzieht, die geeignet ist, in Bank-, Industrie- und Handelskreisen das größte Interesse hervorzurufen. (W. 223.) Dr. Sch.

SIEMENS-SCHUCKERT
Siemensstadt bei Berlin

Entwurf, Ausführung und Übernahme in Generalunternehmung des baulichen, mechanischen und elektrischen Teiles von
WASSERKRAFT-ANLAGEN

Grundwasserabsenkung, Torkretbau, Gußbeton, Tiefbauten jeder Art und Größe auf Grund langjähriger Erfahrungen

SIEMENS-BAUUNION
G. M. B. H. Kommanditgesellschaft
Berlin SW 11 Schönebergerstraße 3—4 Siemenshaus

Digitized by Google

Vereine — Versammlungen

Tagung des Weserbundes. Die diesjährige Veranstaltung des Weserbundes vom 15. bis 18. September bestand neben der Hauptversammlung am 18. September in Hameln aus einer Besichtigung der beiden Talsperren des Wesergebietes, der Diemelsperre und der Edertalsperre am 15. und 16. Sept., sowie einer Weserfahrt von Hann.-Münden nach Hameln am 17. September. Alle Veranstaltungen erfreuten sich einer die Erwartungen weit übersteigenden starken Beteiligung. Die vom Wetter begünstigte Besichtigung der beiden Talsperren, zunächst der neuesten, dann der größten deutschen, unterstützt durch klare Vorträge der Herren Regierungs- und Bauräte Krieg und Dr. Lange vom Wasserbauamt Kassel über die wasserwirtschaftliche Aufgabe der Talsperren und des Herrn Regierungs- und Baurats Schulz von den Preußischen Kraftwerken „Oberweser A.-G." über die elektrowirtschaftliche Seite hinterließen bei allen Besuchern einen tiefen Eindruck von der großen kulturellen Bedeutung der Anlagen und dem Können deutscher Technik. Besonders erfreulich ist es, daß nicht die Naturschönheit beeinträchtigt wurde, vielmehr von einer Bereicherung ihrer Reize durch die Schaffung herrlicher, vollständig natürlich erscheinender Waldseen gesprochen werden muß.

Die Weserfahrt von Hann.-Münden nach Hameln erfolgte auf Einladung des Oberpräsidenten, Wasserstraßendirektion Hannover, und war die auch in früheren Jahren übliche amtliche Bereisung mit Interessenten, die leider im vorigen Jahre mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse ausgefallen war. Aus Sparsamkeitsgründen blieb die Fahrt in diesem Jahr auf einen Tag und die obere Teilstrecke beschränkt. Bei dem hohen Wasserstand ging es schnell stromab. Die seit kurzem eingetretene Belebung der Kaliverfrachtungen machte sich in einem gegenüber den letzten Bereisungen erfreulich gestiegenen Schiffsverkehr geltend. In zahlreichen Besprechungen wurden eine Reihe wichtiger Fragen erledigt oder erörtert.

Die Hauptveranstaltung fand dann am 18. September in Hameln statt. Sie bestand zunächst in der geschäftlichen Tagung des Weserbundes unter dem Vorsitz von Oberbürgermeister a. D. Dr. Bekker, Minden. Von besonderem Interesse waren dabei die vom Vertreter des Reichsverkehrsministeriums, Ministerialrat Weidner, abgegebenen Erklärungen über das Projekt der Weserkanalisierung zwischen Minden und Bremen und den Stand der Verhandlungen zwecks seiner Verwirklichung. Er bezeichnete den Plan als eine besonders dringliche wasserwirtschaftliche Aufgabe, hob die große Bedeutung des erheblichen Kraftgewinns hervor und gab zum Schluß der Hoffnung Ausdruck, daß dies Projekt recht bald verwirklicht werde.

Unter dem Vorsitz des Casseler Handelskammer-Präses Pfeiffer folgte dann die geschäftliche Tagung der Freien Vereinigung der Weserschiffahrtsinteressenten, die auch diesmal wieder wegen der Gemeinsamkeit und der gegenseitigen Ergänzung der Ziele der Organisationen mit der Tagung des Wasserbundes verbunden war. Neben Erledigung der Regularien gab Direktor Barckemeyer, Bremen, einen Bericht über die Lage der Weserschiffahrt. Es folgten sodann die Vorträge. Zunächst sprach Oberregierungsbaurat Weber, Coblenz, über eine neue Eisenbahnverbindung zwischen Nord- und Süddeutschland durch das Wesergebiet. Er zeigte an Hand umfangreichen Zahlenmaterials, daß die günstigste Eisenbahnverbindung zwischen dem Norden und dem Süden des Reiches durch das Weser- und Werratal führt. Bisher ist aber der größte Teil der Weser infolge der politischen Zersplitterung nur von einigen den Strom

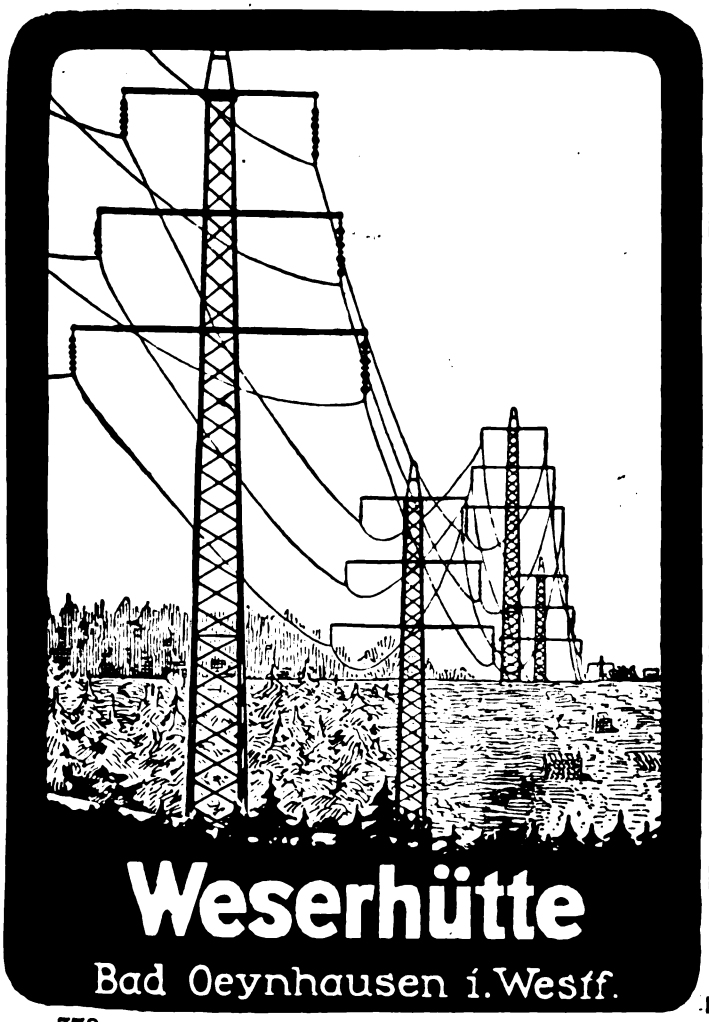
Digitized by Google

kreuzenden Bahnlinien berührt. Durch Ausbau und Verbindung der vorhandenen Uferstrecken läßt sich eine neue Weserbahn herstellen, die durch Vermeidung verlorener Steigungen erhebliche Betriebskosten jährlich spart. Voraussichtlich werden diese Ersparnisse allein Verzinsung und Amortisation einer solchen neuen Bahn decken. Wenn bei der gegenwärtigen Lage Deutschlands und besonders der Eisenbahn auch im allgemeinen an keine neuen Bahnbauten zu denken ist, so haben die Untersuchungen des Vortragenden zu den jahrzehntelangen Bestrebungen der Weseranlieger auf Verbesserung ihrer Eisenbahnanschlüsse doch ein neues, wichtiges Moment hinzugetragen, eben durch die großzügige Anpackung der ganzen Frage und die Ermittlung der Betriebsersparnisse. Das kam auch in der anschließenden Diskussion zum Ausdruck. Die Angelegenheit wurde wegen der mannigfachen lokalen Wünsche dem Ausschuß des Weserbundes überwiesen.

Regierungs- und Baurat Prietze, Verkehrsdezernent der Wasserstraßendirektion Hannover, sprach sodann über „Möglichkeiten zur Hebung des Weserverkehrs unter besonderer Berücksichtigung des Stückgutverkehrs". Hatte der vorhergehende Vortrag einem Projekt gegolten, so war der leitende Gedanke Prietzes, aus der Weser mit Hilfe der neuesten technischen Mittel schon bei ihrem jetzigen Stande, also noch vor Fertigstellung der Kanalisierung an Verkehr herauszuholen, was nur eben erreichbar ist. Er legte im einzelnen die Verkehrsentwicklung in den letzten Jahren dar, die für viele Plätze nicht günstig gewesen ist, und erörterte, wie eine starke Belebung, insbesondere des Stückgutverkehrs durch Einrichtung regelmäßiger Eiltransporte mit Diesel-Motorschiffen möglich sei. Dabei weist er dem Umschlag auf Kraftwagen besondere Bedeutung zu, sowie der Verbesserung der Umschlagseinrichtungen an Land wie an Bord und empfiehlt einen organischen Zusammenschluß der an der Weserschiffahrt interessierten Geschäftswelt, um einen derartigen regelmäßigen Stückgüterverkehr zu schaffen, bei dem nach seinen Berechnungen erhebliche Ersparnisse an Fracht gegenüber den Bahntransporten erzielt werden können. Auch dieser Vortrag rief lebhaftes Interesse und eine angeregte Diskussion hervor. Die Angelegenheit wurde einem kleinen Ausschuß, der dem Weserbund angehörenden Vertreter der Schiffahrt, der Handelskammern und Kommunalverbände überwiesen.

Einen ausführlichen Bericht über die verschiedenen Vorträge mit ihrem reichen Material wird die Zeitschrift „Die Weser", die Monatsschrift des Weserbundes, in ihren nächsten Heften bringen. (W. 219.)

Deutsche Verkehrs-Ausstellung München 1925. Am 29. September hielt der Presse-Ausschuß der D. V. M. 1925 seine erste Vollsitzung ab, welcher sich eine erweiterte Sitzung, bei der die Münchener Presse vertreten war, anschloß. Zu der Tagung waren Verleger und Schriftleiter aus allen Teilen des Reiches, die Mitglieder des Presseausschusses sind, erschienen, ein Beweis dafür, welchen großen Interesses sich die D. V. M. 1925 in der gesamten deutschen Presse und ihrer Organisationen schon heute erfreut. Presse und Verkehr sind ja unlöslich miteinander verbunden, aufeinander angewiesen und in vielen Dingen voneinander abhängig. Ihr gemeinsames Arbeiten soll den Wiederaufbau der deutschen Wirtschaft fördern. Da die D. V. M. 1925 den Zweck verfolgt, der Welt vor Augen zu



Norddeutsche Sprengstoff-Werke
Aktiengesellschaft ★ Hamburg 11.

Altbewährte
Sprengstoffe
und Zündmittel
außer Syndikat.
Sofortige Lieferung ab Lager Mosbach/Baden

Vertreter für Süddeutschland:
Gimmy & Diepold G.m.b.H. Neckarelz (Baden).

Digitized by Google

führen, daß die deutsche Verkehrstechnik und die deutsche Qualitätsarbeit trotz der uns vom Feindesbund auferlegten Lasten und Beschränkungen auf dem Gipfel der Leistungsfähigkeit stehen, liegt es auch im eigenen Interesse der deutschen Presse, dafür zu sorgen, daß die Wahrheit urbi et orbi verkündet wird. Dieser Gedanke lag den Ausführungen zugrunde, welche in der erweiterten Ausschußsitzung seitens der Redner, Seine Exzellenz Herrn bayerischen Handelsminister v. Meinel, Herrn Staatssekretär v. Frank, Herrn Bürgermeister von München, Schmid, Herrn Oberbaurat Scholler, Herrn Regierungsrat Cejka, Geschäftsleiter der D. V. M. 1925 und Herrn Hauptschriftleiter A. Schied, Vorsitzender des Presseausschusses der D. V. M. 1925, gemacht wurden. Den auswärtigen Mitgliedern des Presseausschusses war am 30. September Gelegenheit geboten, unter Führung Seiner Exzellenz Herrn Oskar v. Miller, das Deutsche Museum, soweit es bereits fertiggestellt ist, zu besichtigen. (W. 234.)

Der Oberrhein-Tag In Waldshut fand unter Beteiligung von über 200 Bürgermeistern, Gemeindevertreter von Basel bis Konstanz ein Vertretertag der Oberrhein-Anliegergemeinden statt. Oberbürgermeister Möricke (Konstanz) führte den Vorsitz der Versammlung, an der auch Landeskommissar Föhrenbach (Konstanz) teilnahm.

Aus den vier Vorträgen der Herren Baurat Altmayer von der Wasser- und Straßenbaudirektion Karlsruhe, Bürgermeister Vogel (Rheinfelden), Bürgermeister Dr. Horster (Waldhut) und Gemeinderat Professor Wasmer (Waldshut) ergab sich die volkswirtschaftliche Bedeutung der am Oberrhein schlummernden und nur unsystematisch gehobenen Naturschätze. Diese Erkenntnis führte die Bürgermeister und Gemeindevertreter von Konstanz bis Basel zusammen. Als Kern der Vorträge ergaben sich folgende Punkte:

Der bevorstehende Ausbau des Oberrheins als Großkraftquelle und Schiffahrtsstraße stellt die Anliegergemeinden vor große und neue Aufgaben. Ein Zusammengehen der Gemeinden erscheint aus mancherlei Gründen empfehlenswert und notwendig. Es rechtfertigt sich die Schaffung einer gemeinschaftlichen Stelle zur Bearbeitung dieser Aufgaben. Die Stelle hat die Erfahrungen, die bisher anderweitig gemacht worden sind, zu sammeln, vom Standpunkte der Gemeindeinteressen kritisch zu verarbeiten und den einzelnen Anliegergemeinden mitzuteilen. Dies wird um so bedeutungsvoller, als für die Werke Rheinfelden, Niederschwörstedt und Reckingen bereits die Konzessionäre die Erlaubnis erhalten haben, d. h. für das Werk Rheinfelden die Erlaubnis des Umbaus.

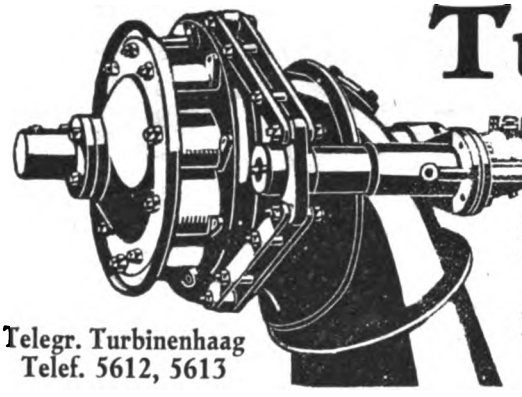
Diese Stelle ist auf Grund der gesammelten Kenntnisse die gegebene Beratungsstelle und im Benehmen mit den einzelnen Gemeinden die Verhandlungsstelle gegenüber Dritten (Behörden, Konzessionsinhabern, Industrieunternehmungen usw.). Die Zentralstelle soll auch die Vermittlerin bei etwa widerstreitenden Wünschen verschiedener Gemeinden sein. Sie hat, soweit erforderlich, die Besiedelung des Oberrheins im Benehmen mit den einzelnen Gemeinden planmäßig zu bearbeiten (Aufstellung von Bebauungsplänen für Industrie, sowie von Arbeiter- und Angestelltensiedlungen,

Digitized by Google

die mehrere Gemarkungen umfassen.). Ferner entfaltet die Zentrale eine Werbetätigkeit für die gemeinschaftlichen Belange der Ansiedlergemeinden und vertritt diese gegenüber Behörden, Eisenbahn, Schiffahrtsunternehmungen usw. Ferner gehören zu ihrer Aufgabe die Betreibung von Güter- und Personenschiffahrt auf dem Oberrhein, und die Beteiligung an solchen Unternehmungen, die Eröffnung und der gemeinsame Betrieb von Verkehrseinrichtungen, wie Häfen, Landungsstellen, Lagerhallen, Uferbahnen usw., der Erwerb von Industrie- und Baugelände zur Vermeidung von Bodenspekulation, endlich die Bildung von Großunternehmergruppen für elektrische Kraft.

Um diese Aufgabe erfüllen zu können, ist für die Interessengemeinschaft ein Zweckverband nach § 5 der Gemeindeordnung zu gründen. Diese Interessengemeinschaft wird bemüht sein, im engen Zusammenwirken mit dem Rheinschiffahrtsverband in Konstanz und den Staatsstellen zu arbeiten. Der Sitz des neuen Gemeindeverbandes „Oberrhein" soll Konstanz sein, dessen Vorsitzender Oberbürgermeister Dr. Möricke (Konstanz). Der Arbeitsausschuß besteht aus folgenden Herren: Vorsitzender Oberbürgermeister Dr. Möricke (Konstanz), Bürgermeister Dr. Kauffmann (Singen), Bürgermeister Dr. Horster (Waldshut), Bürgermeister Rotzinger (Albbruck), Bürgermeister Trunzer (Säckingen), Bürgermeister Vogel (Rheinfelden) und Bürgermeister Blesch (Radolfzell). (Neue Badische Landeszeitung.) (W. 240.)

Tibet Tief- u. Betonbau-Gesellschaft m. b. H. & Co.
München Westenriederstraße 21
Telegr.-Adr: Tibet München
Unternehmung für Tief- und Hochbau, Beton- und Eisenbeton
Fundierungen mit „Tibet-Eisenbetonpfählen" D. R. P.



Turbinen
Francis-Turbinen, stehend, liegend, Zwillings- u. Spiralturbinen, Haagturbinen, Serien-Fabrikation. Kurze Lieferzeit! Billigster Wasserbau!
Telegr. Turbinenhaag
Telef. 5612, 5613
Friedr. Haag Nachf.
Maschinenfabrik und Eisengießerei
Nürnberg 16, Flußstr. 25

Eine Anzeige
in der internationalen Zeitschrift „Die Wasserkraft" ist für Sie der
beste Kunden-Werber!

BAHR'S Normog. auch Schriftschablonen

D R.P. Auslandspatent. Vom Normenausschuß empfohlener Beschriftungsapp. Kostenl. Prospekt. Neu! Paustinktur Klementine.
FILLER & FIEBIG, BERLIN S 42

Holzimprägniermittel
Höntsch-Fluid
das beste und billigste Holz-Anstrich- und Imprägniermittel gegen Fäulnis und Schwamm. Seit Jahrzehnten bewährt. Verlangen Sie Preise und Prospekte
Höntsch & Co. MÜNCHEN Sendlingertorplatz 10
587

Junger Mann, 29 Jahre, theoretisch wie praktisch gut gebildet, sucht Stellung als
Maschinist und Schalttafelwärter.
War in gleicher Stellung in großen Werken tätig Angeb. unter 1888 an die Geschäftsstelle dieses Blattes.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 21 **München, 3. November 1924** **19. Jahrgang**

Der Eichpfahl.

Ein Beitrag zum Wasserkraftrecht.

Von † Reg.-Baum. a. D. Dr.-Ing. Rümelin.

Im Nachlaß des verstorbenen bekannten Wasserkraft-Ingenieurs Dr. Ing. Rümelin fand sich ein Entwurf zu diesem Aufsatz. Ich habe mich gerne der Mühe unterzogen, den Entwurf zur Druckreife auszuarbeiten und insbesondere im rechtsvergleichenden Teil zu ergänzen.

Rechtsanwalt Dr. L. Kurzmann, München.

1.

Das Wasserrecht ist noch nicht so ausgebaut, daß es allen Problemen unseres technischen Zeitalters gerecht würde. Mag dies nun damit zusammenhängen, daß eines seiner wichtigsten Stücke, das Wasserkraftrecht, erst seit der letzten Jahrhundertwende in den verschiedenen Ländern in gesetzliche Formen geprägt wird, oder damit, daß über die grundsätzliche Natur der ganzen Materie, wie Entstehung und Verlauf des Wasserabflusses, über den Zusammenhang von Grundwasser und fließenden Gewässern usw. selbst in Fachkreisen noch keine Einigkeit besteht, Tatsache ist jedenfalls, daß in der rechtlichen Behandlung des Gegenstandes noch eine Reihe empfindlicher Lücken klafft und noch eine ganze Anzahl von Widersprüchen und Unebenheiten zu überwinden ist.

Einen Begriff von der Unklarheit der Materie kann sich auch der Fernerstehende machen, wenn er etwa eines der großen Registerwerke, wie den Dewey, zur Hand nimmt oder in einer bedeutenden Bücherei, z. B. der Staatsbibliothek in Berlin, den Versuch macht, sich über den Gegenstand auch nur oberflächlich zu unterrichten.

Die Systematik des Wasserrechts ist noch nicht geschrieben. Von den drei Hauptteilen des Wassernutzrechtes, nämlich

1. dem Wasserverkehrsrecht,
2. dem Wassergüterrecht, welches den Gebrauch der stofflichen Eigenschaften des Wassers zu regeln hat, und
3. dem Wasserkraftrecht

soll zu Punkt 3 mit diesem Aufsatz ein Beitrag geliefert werden.

2.

Was sind Eichpfähle? Unter Rechtsschutz stehende, unverrückbare und deutlich sichtbare Zeichen, welche die Grenzen eines Wassernutzungsrechtes augenfällig machen sollen. Sie kommen am meisten bei dem Kraftgebrauch des Wassers vor, jedoch auch bei den übrigen Nutzungen, wie den Anlagen zur Wasserversorgung, Melioration, Städte- und Grundstückskanalisation.

Statt unserer Schreibweise findet man, namentlich vor 1800, auch häufig Aichpfahl; auch andere Namen sind gebräuchlich, wie Eichzeichen, Heim- oder Haimpfahl, Stauziel, Stauzeichen, Staugrenzzeichen, Malpfahl, Spiegelpfahl, Meßpfahl, Staumaß, Eichmarke, auch einfach Merkpfahl oder Fixpunkt. In einzelnen Gegenden wird zwischen Eichzeichen und Eichpfahl ein Unterschied gemacht, worauf wir aber, da er nicht allgemein durchgreift, nicht näher eingehen wollen. Vielleicht der beste und allgemein zur Einführung zu empfehlende Name dürfte Eichmal sein.

Sehen wir nun nach, ob die in obiger Definition gegebene Bestimmung der Eichpfähle als wasserrechtliches Grenzzeichen ihren Zweck erreicht.

3.

Die Wassergesetzgebung unterscheidet und verlangt bisher Eichmale an Stauanlagen und an Triebwerken.

Stauanlagen sind Wehre oder Talsperren, welche in einem natürlich fließenden Gewässer den ober- und unterirdischen Abfluß in einem Tal anstauen und entsprechend ihrem Fassungsvermögen sammeln, aufspeichern.

Schon in der gesetzlichen Einteilung in Stauanlagen und Triebwerke liegt ein grundsätzlicher Fehler, auf den wir näher eingehen müssen, weil er mit dem weiter unten Folgenden eng zusammenhängt. Hunderte von neuzeitlichen und älteren Wasserkraftanlagen entnehmen ihr Wasser aus dem Muttergewässer vermittelst seitlichen Streichwehrs, mit Spiegelschleuse oder Heber, wobei ein Stau im wasserrechtlichen Sinn, d. i. ein Zurückhalten und Aufsammeln der Wasserlieferung des Flusses nicht stattfindet. Stauanlagen sind also diese Bauten nicht. Triebwerke sind sie gleichfalls nicht, was aber sonst?

In früherer Zeit war allerdings die Regel, daß der Müller sein Betriebswasser dadurch bekam, daß er ein Wehr in den Fluß baute, welches ganz oder zum großen Teil in fester, nicht vorübergehend entfernbarer Bauweise errichtet war und daher einen Aufstau, eine Aufsammlung oder Wasserhaltung in der Wasserzuströmung verursachte. In kleinerer oder größerer Entfernung davon und fast immer an einem besonderen, wie das Wehr gleichfalls künstlich hergestellten Gerinne, dem Mühlbach, lag dann das Wasserkraftwerk, die Mühle. Insofern konnte man früher von Stauanlagen und Triebwerken sprechen, obwohl auch damals schon die Einteilung nicht ganz zutraf. Denn mancher, namentlich von den weniger bemittelten Müllern entnahm das Betriebswasser mittels eines sog. Fachelwehrs (von „einfähen") aus Pfählen und Faschinen, welches seitwärts am Flusse errichtet war und ihm einfach das Werkwasser zuführte; von einer aufsammelnden Wasserzurückhaltung war keine Rede. Auch hier paßte der Name Stauanlage nicht.

Nimmt man noch hinzu, daß Wehre sowohl wie andere Wasserentnahmen auch bei den Wasserverkehrs- und Wassergüteranlagen vorkommen, so liegt auf der Hand, daß man die Anlagen zur Wasserkraftnutzung nicht in Stauanlagen und Triebwerke scheiden kann. Man muß die Wasserkraftanlagen als Ganzes behandeln. Will man schon unterteilen, dann muß man dem wahren Wesen nach trennen und folgende fünf Hauptstücke, aus welchen eine Wasserkraftanlage bestehen kann, betrachten. (Es ist zu bedenken, daß das 2. und 3. Stück auch fehlen können.)

1. Wasserentnahme – Kanaleinlauf, Stolleneinlauf;
2. Wasserspeicherung – Stauanlage;
3. Wasserfernleitung – Werkkanäle, Stollen, Gräben;
4. eigentliche Anlage zur Wasserkraftnutzung – Kraftstation, Triebwerk;
5. Wasserrückgabe – Kanalauslauf, Stollenauslauf.

Als Beispiel der Lückenhaftigkeit der Wassergesetzgebung sei angeführt, daß Punkt 5 sich in keinem Wassergesetz näher behandelt findet, sondern fast immer dem Ermessen der Verwaltungsbehörde und deren technischen Sachverständigen überlassen ist; und doch sind die Wasserrückgabeanlagen außerordentlich wichtige Bauten; es ist durchaus nicht gleichgültig, weder für den Nachbarn noch für den Staat, in welcher Weise die Rückgabe des Werkwassers in den Mutterfluß erfolgt.

Digitized by Google

Mit Rücksicht auf das bestehende Recht werden wir uns aber bei unserer Untersuchung an die hergebrachte Einteilung halten und deshalb von den Eichpfählen an Wehren und an Triebwerken sprechen.

4.

An den Wehren pflegen die Eichpfähle in Höhe der Wehrkrone oder Wehrwage gesetzt zu werden. Eiche oder Eichkante ist die Wehrkante, über welche das Wasser überstürzt, wenn es sich über die Wehrwage aufstaut; ein Uebersturz- oder Streichwehr heißt auch Uebereich. Haimpfaht hat denselben Ursprung wie Haimbalken, das ist der Holm oder Fachbaum, welcher in die Krone des massiven Wehrs eingelassen ist und die Uebersturzkante bildet. Der Haimpfahl oder Haimstock ist ursprünglich aus Holz oder Metall hergestellt, und der Name deutet auf die Konstruktion des verholmten Schwellenkreuzes hin.

An den Triebwerken oder besser gesagt Kraftstationen (der Name trifft das Wesen der Sache besser, weil hier das ursprünglich im Muttergewässer zerstreute Gefälle künstlich konzentriert oder stationiert ist) wird ein Eichmal gewöhnlich im Oberwasser im sog. Wasserschloß, ein zweites im Unterwasser hinter dem Turbinenauslauf gesetzt. Die Höhenlage wird gewöhnlich auf Maximalwasser bezogen, wovon weiter unten die Rede ist.

5.

Was ist der Zweck der Eichpfähle an diesen Stellen? Sollen sie etwa ein allgemein sichtbares Zeichen sein für die Verpflichtung des Stauberechtigten, daß, so oft und so lange der Wasserstand über die festgesetzte oder zuständige, vom Mal angezeigte Höhe steigt oder zu steigen droht, ohne Anspruch auf Entschädigung durch Oeffnung der Schleusen oder sonstigen Vorrichtungen dafür gesorgt werden muß, daß die Eichhöhe nicht überschritten wird?

Die Antwort soll zunächst gegeben werden an Hand einiger geltender Wassergesetze.

Im bayerischen Wassergesetz vom 23. 3. 1907 bestimmt Art. 53:

> Bei jeder Stauanlage und bei jedem Triebwerke mit gespannter Wasserkraft ist auf Anordnung der Verwaltungsbehörde auf Kosten des Unternehmers ein bleibendes Höhenmaß (Eichmarke, Eichpfahl, Pegel) aufzustellen, das auf eine in die Augen fallende Weise die festgesetzte Wasserhöhe und zwar, sofern der Wasserstand auf einer bestimmten Mindesthöhe erhalten werden muß, auch letztere zu bezeichnen hat.

Ueber die rechtliche Bedeutung des Eichpfahls sagt der Komm. von Brenner zum bayerischen Wassergesetz: Der Eichpfahl hat die Bedeutung einer unter den Schutz des allgemeinen Strafgesetzes — § 274, Nr. 2 St.G.B. — gestellten Urkunde, eines Grenzzeichens, und zwar, da er nach Artikel 53 W.G. mit §§ 132—146 der Vollzugsbekanntmachung unter Leitung der amtlichen Sachverständigen gesetzt wird, die Bedeutung eines mit allgemeiner Glaubwürdigkeit und Beweiskraft aufgestellten öffentlichen Grenzzeichens. Beruht demnach die Einrichtung der Eichpfähle überhaupt und die Verpflichtung zur Setzung derselben im öffentlichen Rechte, so ergibt sich von selbst, daß auch die Bestimmungen über Beschaffenheit und Lage der Eichpfähle als dem öffentlichen Rechte angehörend zwingender Natur sind und durch Vereinbarung nicht rechtswirksam abgeändert werden können. Die Verwirklichung dieses zwingenden und öffentlichen Rechtes kann zu jeder Zeit und von jedem Beteiligten gefordert werden; ihm gegenüber kann nicht von wohlerworbenen Rechten gesprochen werden. Die Verpflichtung zur Aufstellung von Höhenmaßen bei Triebwerken und Stauvorrichtungen an öffentlichen und im Eigentum des Staates stehenden Privatflüssen ist eine öffentlich-rechtliche Verpflichtung.

Die bayer. Vollz. Bek. bestimmt dazu in § 132:

> Die festgesetzte Wasserhöhe ist in der Regel ein Höchstmaß, welches nicht überschritten werden soll; das Höhenmaß kann jedoch neben diesem Zweck auch noch die Bestimmung haben, eine Mindesthöhe zu bezeichnen, unter welche der Wasserstand nicht heruntersinken soll. Im ersteren Fall, d. h. wenn das Höchstmaß überschritten wird, müssen die zur Regelung der Wasserhöhe an den Stau- und Triebwerken vorhandenen Ablauföffnungen (Schleusen) geöffnet, im letzteren Fall, d. h. beim Absenken des Wasserspiegels auf die Mindesthöhe geschlossen werden.

Das preußische Wassergesetz vom 6. 12. 1912 schreibt in § 92 vor:

> Jede auf Grund des verliehenen Rechtes oder mit gewerbepolizeilicher Genehmigung errichtete Stauanlage muß mit mindestens einer Staumarke — Eichpfahl — versehen werden, an dem sowohl die während des Sommers als auch die während des Winters innezuhaltenden Stauhöhen, und, wenn der Wasserstand auf bestimmten Mindesthöhen gehalten werden muß, auch diese deutlich angegeben sind.

Im § 101 folgt dann die weitere Bestimmung, die sich schon im § 162 des Entwurfs von 1894 findet:

> Das Wasser darf bei Stauanlagen nicht über die durch die Staumarke festgesetzte Höhe aufgestaut werden.

Hieran schließen sich die gleichen Festsetzungen wie in dem mitgeteilten § 132 der bayer. Vollz. Bek.

Im sächsischen Wassergesetz vom 12. 3. 1909 hat der einschlägige § 43 folgende Fassung:

> Bei Stauanlagen ist die zulässige Höhe der Wasseranspannung, das etwa vorgeschriebene niedrigste Staumaß sowie die Höhe des festen Stauwerkes auf Kosten des Stauberechtigten von der Verwaltungsbehörde festzustellen.

Die Entwurfsbegründung vom Jahre 1905 sagt hierzu:

> Für die Bezeichnung der Stauhöhe kommen vornehmlich zwei Punkte in Betracht: Die Höhe des festen Wehrkörpers — des Fachbaumes, der Wehrkrone —, die durch den sogenannten Eichpfahl bestimmt wird, und die durch sogenannte Spiegelmarken bezeichnete Höhe der zulässigen Wasseranspannung. Meist wird die Feststellung beider Punkte zu erfordern sein; insbesondere wird auf die Bezeichnung der Fachbaumhöhe in Anbetracht ihrer großen Wichtigkeit für die Abführung der Hochwässer nicht grundsätzlich verzichtet werden können.

Das hessische Wassergesetz bestimmt in Artikel 18 und in den §§ 9 und 12 seiner Ausführungsverordnung das gleiche wie das preußische Gesetz.

Im württembergischen Wassergesetz vom 1. Dez. 1900 schreibt Art. 47 vor:

> Für jede unter Art. 31 fallende Stauanlage, welche künftighin in einem öffentlichen Gewässer hergestellt, verändert und erneuert wird, ist auf Kosten des Unternehmers an einer für dritte Beteiligte leicht zu beobachtenden und für die Polizeibeamten jederzeit zugänglichen Stelle das höchste nach der Verleihungsurkunde zulässige Maß der Wasserspannung und im Fall der Verpflichtung des Besitzers der Anlage, das Wasser in einer bestimmten Höhe zu halten, auch das einzuhaltende niedrigste Staumaß durch ein mit einem bestimmten Festpunkt (Sicherheitszeichen) in Vergleichung gesetztes Eichzeichen nach Maßgabe der in der Verleihungsurkunde getroffenen Bestimmungen unter amtlicher Leitung und unter Beiladung der Beteiligten urkundlich zu bezeichnen.

In Art. 48 u. ff. sind entsprechende Bestimmungen auch für die bestehenden Stauanlagen getroffen.

Das badische Wassergesetz ist durch Gesetz vom 8. 4. 1913 und Bekanntmachung vom 12. 4. 1913 neu gefaßt worden. Es bestimmt in § 55 (früher § 47) Folgendes:

> Für die einer Verleihung oder Genehmigung bedürfenden Stauvorrichtungen soll durch eine in die Augen fallende Bezeichnung an Ort und Stelle das höchste zulässige Maß der Wasserspannung (Eichmarke) und, sofern nach der Art der Anlage eine nach Bedarf wechselnde Wasserspannung durch den Unternehmer nicht vorgesehen ist, die Höhenlage der Krone der festen Stauvorrichtung (Festmarke) urkundlich festgestellt werden,

Digitized by Google

Die Anbringung solcher Marken kann auch für Stauvorrichtungen, die keiner Verleihung oder Genehmigung bedürfen, sowie zur Bezeichnung anderer Wasserstände und Abmessungen angeordnet werden, deren Einhaltung beim Aufstau durch die Rücksicht auf das öffentliche Interesse oder auf die Rechte anderer bedingt ist.

Im österreichischen Reichswassergesetz vom 30. Mai 1869, dessen Bestimmungen in die einzelnen Landesgesetze fast durchwegs übernommen worden sind, schreibt § 22 vor:

Bei allen Triebwerken und Stauanlagen ist der erlaubte höchste und im Falle der Verpflichtung, das Wasser in einer bestimmten Höhe zu halten, auch der zulässig niederste Wasserstand durch Staupfähle (Normalzeichen, Ham-, Heim- oder Aichpfähle oder Aichstöcke) oder andere bleibende Staumasse auf Kosten der Besitzer dieser Werke und Anlagen zu bezeichnen. Das Staumaß muß an einer Stelle, wo es leicht beobachtet werden kann und für die Beteiligten zugänglich ist, nach den Regeln der Kunst genau und in solcher Weise von den Beteiligten hergestellt und erhalten werden, daß dasselbe gegen absichtliche Einwirkungen, sowie gegen Zerstörung durch Zeit und Zufall möglichst gesichert ist.

Eine nähere Bestimmung gibt beispielsweise eines der österreichischen Landesgesetze, nämlich die Verordnung der kroatisch-slavonisch-dalmatinischen Landesregierung v. 8. 10. 1892, wo in § 7 bestimmt ist:

Bei Werkanlagen mit festen Ueberfallwehren soll das Staumaß die zulässige Höhe der Wehrkrone (des Fachbaumes) anzeigen und daher mit der Wehrkrone in gleicher Höhe liegen.

6.

Die Betrachtung der vorstehend angeführten Gesetzesstellen ergibt, daß meist die Eichhöhe der Wehrkrone als wichtigstes Kontrollmaß erscheint.

Sehen wir zu, ob sich dieses Maß überhaupt einwandfrei und einfach kontrollieren läßt. Die meisten alten Wehre waren nicht beweglich, sondern fest und besaßen nur eine einzige oder wenige kleine durch Holzschützen verschließbare Oeffnungen zur Abführung von Eis und Schwimmzeug und zur gelegentlichen Entleerung des Stauraums. Auch heute noch ist an allen nicht schiffbaren Flüssen, die also für Wasserkraftausnützung besonders in Frage kommen, Regel, daß der Hauptteil des Wehres aus einem massiven, gemauerten oder betonierten Körper besteht.

Jede Wasserführung des Flusses nun, die höher ist als die in den Werkkanal oder in die Triebwerkszuläufe einströmende Wassermenge, wird einen Uebersturz über die Krone des festen Wehres, einen Ueberstau zur Folge haben. Andererseits ist, was allerdings in keinem Wassergesetz steht, bekannt, daß Niederwasser und überhaupt jede geringere Wasserführung als normal sich im Wasserschloß des Triebwerkes höher einstellt als die maximale oder konzessionierte Werkwassermenge; letztere hat den größten Ringefällverbrauch und den tiefsten Stand am Turbinenrechen, und eine Werkwassermenge, die auf Null herabsinkt, stellt sich im Wasserschloß ebenso hoch ein wie die Wehrwage. Drittens endlich kann die genannte maximale Triebwassermenge auf zweierlei Arten im Obergraben transportiert werden, ohne daß dadurch die Wehrwage über Wehrkrone gehoben wird.

a) Es wird mit gleichförmiger Wassergeschwindigkeit im Oberkanal gefahren, wobei das Spiegelgefälle J_1 gleich dem Sohlengefälle J_s ist (siehe Abb. 1) das Oberwasser der Kraftstation wird auf I gehalten; oder b) es wird mit Stau gefahren, notabene mit Stau nur innerhalb des Oberkanals, also mit ungleichförmiger Geschwindigkeit, und das Oberwasser der Kraftstation wird auf II gehalten. Zur zweiten Art ist noch zu bemerken, daß die Spiegellage II nur den obersten Grenzfall darstellt und daß zwischen I und II beliebig viele Höhenlagen existieren, die der

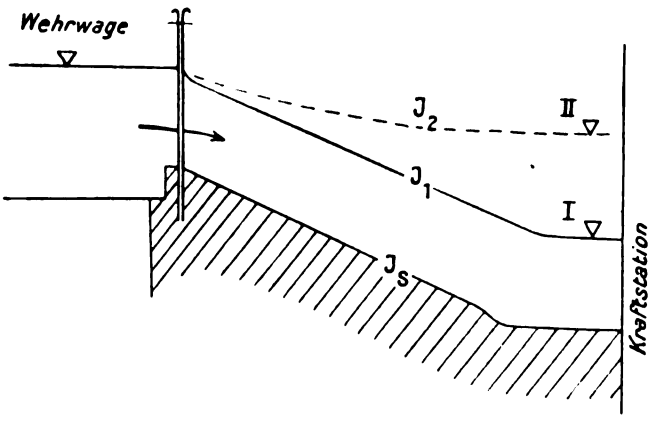


Abb. 1.

Wasserschloßspiegel bei jener Maximalwassermenge einnehmen kann.

Wann ist nun der Wasserübersturz am festen Wehr, der Ueberstau strafbar und wann nicht? Woran soll dies einwandfrei erkannt werden? Am Eichpfahl des Wehres gewiß nicht. Und an jenem des Triebwerkes gleichfalls nicht. Einfach lägen die Verhältnisse nur da, wo Ueberfallwehre überhaupt nicht zugelassen sind und, wie an schiffbaren Flüssen zumeist bestimmt ist, daß die Wehranlage unter allen Umständen, bei Mittel-, Hoch- und Niederwasser auf konstanter Höhe gehalten wird. Ueberfallwehre überhaupt zu verbieten wird aber wasserrechtlich niemals angehen. In tausend Fällen sind sie behördlich genehmigt mit relativ kleinen Wehröffnungen, Kiesschleusen oder Freiflutern und die Wehrkrone wird bei allen höheren Wasserständen wie normal überströmt.

Die Unzulänglichkeiten der gesetzlichen Bestimmungen finden ihre Erklärung in der Geschichte der Gewässerausnützung selbst. Die alten Mühlenwerke haben die Wasserkraft der Flüsse nur in sehr unvollkommener Weise verwertet. Sie entnahmen vor allem keine großen Kraftmengen, einige hundert Pferdekräfte waren schon eine Seltenheit. Bei den neueren Wasserkraftnutzungen aber, die durch die modernen Turbinenanlagen und die Erzeugung elektrischer Energie möglich geworden sind, zählen Wasserkraftkonzentrationen von einigen 1000 PS noch zu den Werken normaler Größe. Mit der Größe der Krafteinheit wächst naturgemäß auch die Länge der Kraftstrecke im Fluß, auf die der Konzessionär seine Hand legt. Und mit der zunehmenden Dichte des Wasserkraftausbaus muß auch das Bedürfnis nach Klärung der Verhältnisse, nach scharfer Festlegung der Wasserkraftgrenzen sich steigern.

7.

Die zukünftige Regelung wird im Wesentlichen nach folgenden Grundsätzen erfolgen müssen. Es ist der einfachste Fall herausgegriffen, bei welchem eine im Beharrungszustand befindliche Flußstrecke ohne irgend welche Nebenbedingungen für Wasserkraftnutzung freigegeben wird.

I. Die Kraftstrecke, welche der Staat dem Unternehmer überläßt, ist durch Aufstellung eines massiven Pegels je am Anfangs- und am Endprofil der Strecke zu fixieren. Auf den Pegeln sind die charakteristischen Wasserstände HW, MW, NW mit ihrer nach der Verleihung giltigen Höhe dauerhaft und deutlich sichtbar zu verzeichnen. Außerdem sind darauf die bei HW, MW, NW durchfließenden Wassermengen in cbm/sec anzugeben. Diese Pegel haben den Urkundencharakter öffentlicher Grenzzeichen für die Wasserkraftanlage.

II. Außerdem werden von der unteren Verwaltungsbehörde im Konzessionswege Wasserspiegelmarken an folgenden Teilen der Wasserkraftanlage, soweit diese vorhanden sind, gesetzt:

am Stauwerk der Wasserspeicherungsanlage,
im Zuge der Wasserfernleitung,
im Wasserschloß und Unterwasser der Kraftstation.

Digitized by Google

Die Höhen dieser Wasserspiegelmarken setzt die Verwaltungsbehörde den besonderen, bei jedem einzelnen Genehmigungsfalle obwaltenden Verhältnissen entsprechend, im Benehmen mit ihrem beratenden Wasserbau-Sachverständigen fest.

8.

Zu dem unter Ziffer 7 Ausgeführten ist noch zu bemerken:

Grundsätzlich müssen nach dem Sinn des Gesagten, wenn vor Errichtung der Wasserkraftbauten die charakteristischen Wasserführungen HW, MW, NW am Anfangsprofil der Kraftstrecke z. B. auf 104,00 — 100,50 — 100,20 und am Endprofil auf 82,00 — 78,60 — 78,10 lagen, diese Zahlen auch nach Erbauung der neuen Anlagen eingehalten werden, vorausgesetzt, daß der Fluß nicht im Ganzen in einer Periode der Veränderung, der Eintiefung oder der Auflandung sich befindet. Wäre etwas derartiges der Fall, so dürfte der Vorgang durch die neuen Wasserkraftbauten nicht verändert, jedenfalls die ungünstige Wirkung nicht verstärkt werden. Ob die Abschwächung solcher Wirkung, also die Verringerung einer Eintiefung oder Auflandung zuzulassen ist, läßt sich nicht allgemein sagen, sondern muß bei jeder einzelnen Wasserkraftnutzung von Fall zu Fall bestimmt werden.

Wie beim Grundbesitz die Marksteine auf die Grenze zwischen die Nachbarn gesetzt werden, so gehören auch bei den Wasserkräften die Merkpfähle auf die Grenzen der Kraftstrecke. Bei der geringen Längenerstreckung der früheren kleinen Mühlenwerke und bei dem nur sporadischen Ausbau des Wasserkraftbesitzes überhaupt genügte es, wenn damals die Grenzzeichen an Wehr und Triebwerk angebracht wurden; bei den scharf differenzierten Rechtsbefugnissen des künftigen Ausbaus aber kann dies nicht mehr ausreichend sein. Die Pegel an den Kraftstreckengrenzen sind viel wichtiger als die von der Konzessionsbehörde genehmigten Ausführungsmarken an Wehr und Triebwerk. Während letztere überhaupt nur ganz bedingte Masse sind, lassen sich die ersteren klar und unzweideutig ein für allemal von vornherein festlegen, sie unterliegen nicht Schwankungen, die vom Fortschritt des Wasserbauwesens oder der Maschinentechnik herrühren.

Ein Beispiel, dem wir fingierte Zahlen zugrunde legen, wird dies noch deutlicher machen: An einer Kraftstrecke von 10 km Länge stehen bei MW 20 m Rohgefälle und 37,5 cbm sekundlicher Werkwassermenge zur Verfügung. Diese Rohkraft von $37{,}5 \times 20 \times 1000/75 = 10\,000$ PS hat im Jahre 1898 eine Gesellschaft mit der Erlaubnis erworben, sie bestmöglichst ausnützen zu dürfen. Im Jahre 1900 wurde die Baugenehmigung zu den vorgelegten Entwürfen erteilt. Hiernach wurde bei km 4 ein Wehr eingebaut, dessen Krone so hoch gelegt wurde, daß bei einem 3 m über MW abfließenden Katastrophenhochwasser von 200 cbm/sec der Rückstau noch innerhalb der Kraftstrecke zu Ende ging. Im Jahre 1913 nun wollte sich die Gesellschaft, auf Grund von guten Erfahrungen mit Heberüberläufen, entschließen, das feste Wehr um 3½ Meter zu erhöhen. Durch derartige Ueberläufe wird bekanntlich jeder Rückstau fast vollständig vermieden, da der Aufstau nur wenige cm beträgt. Allein die Konzessionierung stieß auf erhebliche Schwierigkeiten bei der Distriktsverwaltungsbehörde, weil die Eichpfähle an Wehr und Wasserschloß hätten geändert werden und das ganze wasserrechtliche Verfahren hätte neu aufgerollt werden müssen. Denn die Distriktsverwaltungsbehörde war zur Veränderung öffentlicher, zwischen Staat und Unternehmer vereinbarter Grenzzeichen nicht zuständig. Die Folge war, daß die Gesellschaft ihren Antrag schließlich wieder zurückzog, trotzdem ihr die Höherlegung ein dauerndes Plus von rund 1500 PS eingebracht hätte. So scheiterte in dem hier als Beispiel mitgeteilten Fall der Plan einer wirtschaftlichen Verbesserung, die auch dem Ganzen zugute gekommen wäre, in letzterer Linie an der Unzulänglichkeit der für die Abgrenzung der Wasserkraftrechte geltenden gesetzlichen Bestimmungen.

9.

Das Ergebnis unserer Untersuchung ist die Forderung an den Gesetzgeber: Die gesetzlichen Bestimmungen über die Abgrenzung der Wassernutzungen sind künftig so zu fassen, daß

1. die Kraftstrecken durch Aufstellen je eines Pegels am Anfangs- und Endprofil zu vermerken sind, wobei die Pegel die Wasserstände HW, MW, NW mit ihrer Höhe nach Verleihung der Wassernutzung und die betreffenden Wassermengen in cbm/sec zu bezeugen haben;
2. daß Wasserspiegelmarken an folgenden Teilen der Wasserkraftanlage zu setzen sind:
   am Stauwerk der Wasserspeicherungsanlage,
   im Zuge der Wasserfernleitung,
   im Wasserschloß und Unterwasser der Kraftstation.

(W. 216.)

Einige Bemerkungen zur Grundwasserabsenkung mittels Brunnengruppen.

Von Ing. Dr. Robert Dachler.
Assistent an der Techn. Hochschule in Wien.

Die praktische Anwendung der von Forchheimer abgeleiteten partiellen Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2(z^2)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(z^2)}{\partial y^2} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots 1)$$

zur Ermittlung der Form und Höhenlage des Grundwasserspiegels bei Entnahme durch Brunnengruppen (-Reihen) kann in einfacher Weise erfolgen, wenn in die Gleichung für die Spiegelfläche des Einzelbrunnens

$$z^2 = z_0^2 + \frac{q}{\pi k} \ln \frac{x}{r} \quad \ldots\ldots\ldots 2)$$

anstelle z_0 (Wassertiefe im Brunnen) und r (Brunnenradius) die Tiefe des nicht abgesenkten Grundwassers H und die der jeweiligen Entnahme entsprechende Reichweite R eingeführt wird. Mit $x = R$ und $z = H$ geht Gleichung 2 über in

$$H^2 = z_0^2 + \frac{q}{\pi k} \ln \frac{R}{r}$$

und durch Elimination von z_0 schließlich in

$$z^2 = H^2 - \frac{q}{\pi k} \ln \frac{R}{x} \quad \ldots\ldots\ldots 3)$$

Bei Entnahme aus n Brunnen ist nun, herrührend von

$$\left.\begin{aligned}
\text{Brunnen } 1 \ldots\ldots\ z_1^2 &= H^2 - \frac{q_1}{\pi k} \ln \frac{R_1}{x_1} \\
2 \ldots\ldots\ z_2^2 &= H^2 - \frac{q_2}{\pi k} \ln \frac{R_2}{x_2} \\
\cdot \quad\quad \cdot \quad\quad \cdot \quad\quad &\cdot \\
\cdot \quad\quad \cdot \quad\quad \cdot \quad\quad &\cdot \\
n \ldots\ldots\ z_n^2 &= H^2 - \frac{q_n}{\pi k} \ln \frac{R_n}{x_n}
\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots 3a)$$

und liefert die Summierung dieser n Gleichungen

$$Z^2 = \sum_1^n z_i^2 = \left(H\sqrt{n}\right)^2 - \sum_1^n \left(\frac{q_i}{\pi k} \ln \frac{R_i}{x_i}\right) \quad \ldots 4)$$

als eine neue, mögliche Spiegelform, weil Z^2, seinem Bildungsgesetz entsprechend, der Differentialgleichung 1) genügt.

Digitized by Google

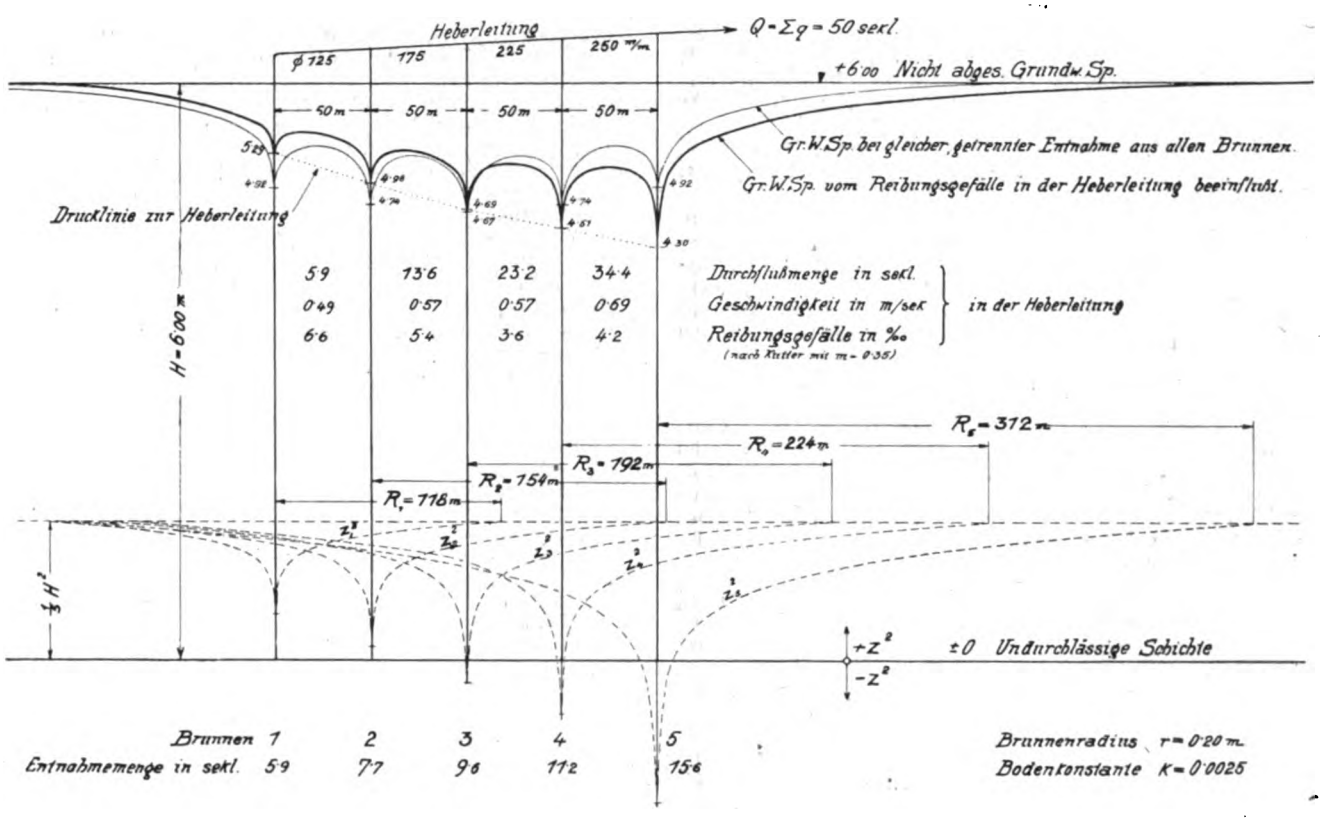


Abbildung 1. Brunnenreihe.

Die formale Gegenüberstellung der Gleichungen 3a) und 4) läßt aber ohne weiteres erkennen, daß Gleichung 4) keinesfalls der analytische Ausdruck für die Spiegelfläche der vorgegebenen Brunnengruppe sein kann, sondern vielmehr einer Brunnengruppe in einem Grundwasserbecken von der Tiefe $H\sqrt{n}$. Denn nur bei dieser Wassertiefe könnte die Spiegelform entsprechend Gleichung 4) im Sinne des Darcy'schen Gesetzes die erforderliche Gesamtwassermenge $Q = \Sigma q$ in die Gruppe liefern.

Soll also die graphische oder rechnerische Summierung der z^2 zu einem richtigen Ergebnis führen, so muß in den Gleichungen 3a anstelle $H \ldots H' = \frac{H}{\sqrt{n}}$ gesetzt werden, wenn die Entnahme gleichzeitig aus n Brunnen erfolgt.

Gleichung 4) geht dann über in

$$Z^2 = H^2 - \sum_l^n \left(\frac{q_l}{\pi k} \ln \frac{R_l}{x_l} \right) \quad \ldots\ldots\ldots 4a)$$

und stellt als solche die Spiegelfläche der Brunnengruppe in ihrer richtigen Form und Höhenlage im Raume dar. Zu beachten ist nur, daß jede der Gleichungen 3a) nur für $x \leqq R$ gilt und für Punkte außerhalb der Reichweite $x = R$ zu setzen ist.

Bei gleicher Entnahme aus allen Brunnen führt die obige Ueberlegung schließlich zur Anwendung des „Ersatzbrunnens", wovon sie sich durch Wegfall jeder einschränkenden Bedingung bezüglich Gleichheit der einzelnen Entnahmemengen unterscheidet. Dieser Umstand ist insbesondere bei langen, durch eine Heberleitung verbundenen Brunnenreihen von Vorteil, wo die Absenkung in den Brunnenorten und damit die Entnahme auch vom Reibungsverlust in der Heberleitung nicht unbedeutend beeinflußt werden.

Das in der Abbildung 1 dargestellte Beispiel einer durch eine Heberleitung verbundenen Brunnenreihe zeigt selbst bei der sehr klein gewählten Durchflußgeschwindigkeit in der Heberleitung von nur zirka 0,6 m/Sek. bezüglich Entnahme, Absenkung und Eintrittsgeschwindigkeit ganz beträchtliche Unterschiede gegenüber den entsprechenden Werten bei Voraussetzung gleicher Entnahme, d. h. Nichtberücksichtigung des Reibungsgefälles in der Heberleitung. Bei den Randbrunnen 1 und 5 betragen diese Unterschiede zirka 40—60% und wachsen sehr rasch, entsprechend der Zunahme des Reibungsgefälles mit der Geschwindigkeit.

Neben möglichst zentraler Anordnung der Pumpen- bzw. Sammelbrunnenanlage innerhalb der Brunnengruppe ist daher Vorsicht in der Wahl der Heberrohrdurchmesser sowie der Brunnenentfernung zu empfehlen, um den störenden Einfluß der Heberleitung auf ein Kleinstmaß zu beschränken. (W. 57.)

Der Ausbau der Steirischen Wasserkräfte.

Von Ing. Bruno Schapira, Wien.

Schon während des Krieges zeigte der in Oesterreich auftretende Kohlenmangel die Wichtigkeit der Kraftversorgung durch Ausbau der heimischen Wasserkräfte auf. Der Friedensschluß beschränkte Oesterreich auf einen Bruchteil seines früheren Gebietes, in den abgetrennten Ländern (Tschechoslowakei und Polen) waren alle Kohlenlager vereinigt, so daß Oesterreich gezwungen ist, elf Zwölftel des 12 bis 14 Millionen Tonnen jährlich betragenden Kohlenbedarfes aus dem Auslande zu beziehen. Es ist daher begreiflich, daß die österreichische Regierung nach Friedensschluß mit aller Energie daran gegangen ist, einen möglichst ausgiebigen Ausbau der reichen öster-

Digitized by Google

reichischen Wasserkräfte in die Wege zu leiten, der es binnen zweier Jahrzehnte ermöglichen würde, bis zu 40% des Kohlenbedarfes Oesterreichs durch Wasserkräfte zu decken. Verwaltungstechnisch wurde eine solche Lösung gefunden, daß der Hauptkohlenverbraucher, die Bundesbahnen, die Elektrisierung ihrer Linien selbst durchführt, so zwar, daß in zwei Bauabschnitten die wichtigsten Strecken elektrisch betrieben sein werden. Die Kraftversorgung der Bundesländer und Gemeinden, insbesondere der Stadt Wien, wurde den einzelnen Landes- bzw. Gemeindeverwaltungen überlassen. Es ist von großer Wichtigkeit, in welcher Reihenfolge der Ausbau der Wasserkräfte erfolgt, da es mit Rücksicht auf die wirtschaftlichen Verhältnisse gilt, mit dem kleinsten geldlichen Aufwand die besten Resultate zu erreichen; alle Bauten müssen daher im Rahmen eines einheitlichen Planes durchgeführt werden.

Unter den österreichischen Bundesländern ist Steiermark am reichsten mit Naturschätzen bedacht. Hier sind große Wasserkräfte verfügbar, die großen Eisenerzlagerstätten schufen die Grundlage für die österreichische Eisen- und Stahlindustrie, die gewaltigen Magnesitlagerstätten gaben Oesterreich das Uebergewicht über sämtliche Magnesitproduzenten der Welt, große Waldungen ließen zahlreiche Papierfabriken entstehen u. dgl. Alle diese Umstände gaben Veranlassung zur Bildung der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts A.-G. in Graz, die es sich zur Aufgabe gestellt hat, die Verwertung der steirischen Wasserkräfte in einem Unternehmen zusammenzufassen, unter wesentlicher Förderung der Landesverwaltung. Zur finanziellen Sicherstellung des Unternehmens hat sich ein Konsortium gebildet, dem paritätisch die größten österreichischen und einige italienische Banken angehören. Die gesamte installierte Leistung, einschließlich der Bahnversorgung und aller Reserven, soll im vollen Ausbau 336 000 kW betragen, jährlich sollen 1200 Millionen kWh erzeugt werden, wovon, durch günstiges Zusammenarbeiten von Niederdruckwerken und Speicherwerken, etwa 900 Millionen kWh in den Haupt-Konsumschwerpunkten und den Speisepunkten der Bahnen abgegeben werden können. Daraus ergeben sich auch günstige Rentabilitätsgrundlagen. Der erforderliche geldliche Aufwand ist, außer den Bahnspeiseleitungen, mit 250 Millionen Goldkronen veranschlagt. Diese Summe müßte innerhalb der angenommenen Bauperiode von 15 Jahren aufgebracht werden, woraus sich ein jährlicher Aufwand von 17 Millionen Goldkronen ergibt.

Es wurde vom Direktor der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts A.-G. Richard Hofbauer ein einheitlicher Plan für das ganze Land Steiermark aufgestellt, nach welchem für die allgemeine Kraftversorgung das ganze Gebiet in fünf elektrische Versorgungskreise eingeteilt ist. Die Kraftversorgung der Bahnen soll von der allgemeinen Kraftversorgung vollständig getrennt werden und zwar dadurch, daß in den geeigneten Kraftwerken eigene Einphasenwechselstrom-Einheiten aufgestellt werden. Uebrdies ist eine Kraftlieferung nach Wien in Aussicht genommen, wofür ständig 25 000 kW zur Verfügung gehalten werden sollen. Eine Vereinigung der Bahnversorgung mit der allgemeinen Kraftversorgung ist von Vorteil, weil die Bahnbelastung im Sommer erheblich größer ist als im Winter, während der allgemeine Kraftbedarf im Sommer kleiner und im Winter stärker wird. Für den Bedarf aller steirischen Bahnlinien ist, unter Annahme einer 50prozentigen Verkehrssteigerung, eine Mittelleistung von 36 000 kW und eine Winterspitzenleistung von 90 000 kW angenommen, so daß sich, einschließlich der allgemeinen Kraftversorgung, eine gesamte Höchstbelastung von 250 000 kW ergibt.

Die Aufgabe der Steirischen Wasserkraft- und Elek-

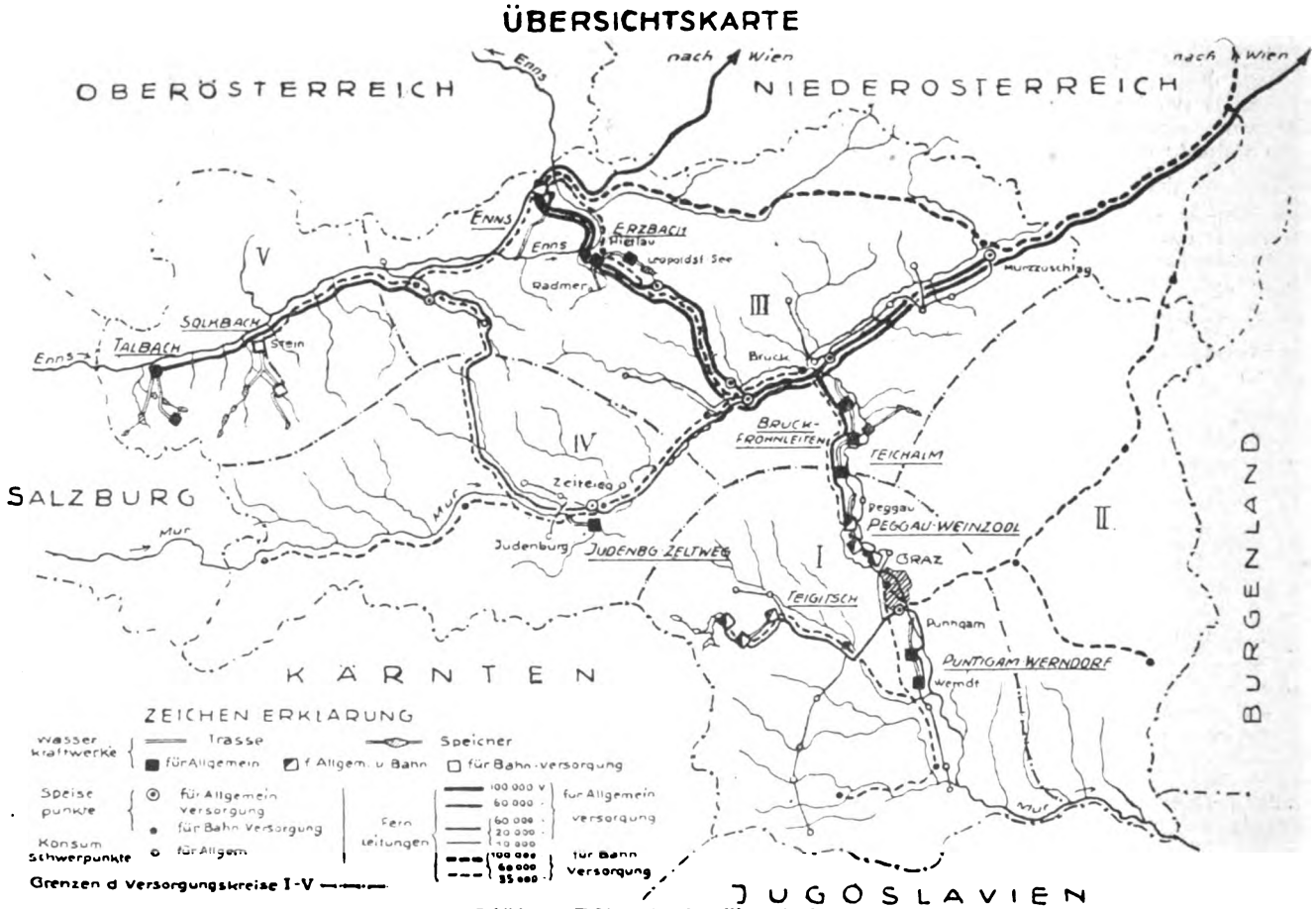


Abbildung 1. Die steirischen Wasserkräfte.

Digitized by Google

trizitäts A.-G., an der neben dem Privatkapital das Land Steiermark, die Stadtgemeinde Graz und die landwirtschaftlichen Korporationen beteiligt sind, ist es, alle Kraftwerke, die Hauptfernleitungen und die Transformatorstationen zu bauen. Die Verteilung der Energie von den Haupttransformatorstationen soll örtlichen Verteilungsgesellschaften überlassen werden.

Die Aufstellung des Kraftbedarf- und Krafterzeugungsplanes hat ergeben, daß während des Tages Belastungsspitzen auftreten und zur Nachtzeit eine kleinere Kraftabgabe erfolgt und daß im Sommer eine geringere Belastung als im Winter zu erwarten steht, wogegen die Krafterzeugung während des Winters infolge Wassermangels wesentlich eingeschränkt ist. Um zwischen den widerstrebenden Momenten einen möglichst günstigen wirtschaftlichen Ausgleich zu treffen, ist in Aussicht genommen, daß die nicht speicherfähigen Niederdruckwerke die Grundbelastung zu decken haben, während die Speicherwerke die Spitzen aufnehmen. In den wasserreichen Jahreszeiten soll eine Ansammlung des Wassers in den Speichern vorgenommen werden, um im Winter die fehlenden Wassermengen ausgleichen zu können.

Zur Kraftversorgung wurden 12 Kraftwerke bzw. Kraftwerksgruppen in Aussicht genommen und zwar:

1. Im Gebiete der Enns: Das große Ennswerk im Gesäuse mit einem Tagesspeicher und einer Leistung von 136 000 kW im ersten Ausbau.

Die Kraftwerksgruppe Erzbach-Radmer, mit dem Leopoldsteinersee als Speicher, mit 10 000 kW.

Die Speicherwerke am Talbach und Sölkbach mit installierten Leistungen von zusammen 54 000 kW.

2. Im Gebiete der Mur: folgende Niederdruckwerke: Judenburg-Zeltweg mit 9500 kW, Bruck-Mixnitz mit 18 000 kW, Peggau-Weinzödl mit 24 000 kW, Puntigam-Werndorf mit 23 000 kW.

3. Das Speicherwerk an der Teigitsch in Weststeiermark mit 42 000 kW.

4. Das Speicherwerk auf der Teichalpe bei Mixnitz mit 18 000 kW.

Der Kraftbedarf der einzelnen Versorgungskreise soll zunächst durch Kraftwerke gedeckt werden, die im eigenen Versorgungskreis liegen. Späterhin wird ein Ausgleich zwischen den einzelnen Versorgungskreisen stattfinden müssen, insbesondere wird das Ennswerk, die größte Kraftanlage Oesterreichs, seine Energie an mehrere Versorgungskreise abzugeben haben.

Die Stromlieferung nach Wien soll entweder aus dem Ennswerk allein, oder in kombinierter Weise aus den Enns- und Murwerken gedeckt werden.

Als Bahnkraftwerke sind folgende Werke in Aussicht genommen: Sölkbachwerke, Ennswerk, Murwerke Peggau-Weinzödl, Bruck-Mixnitz, Judenburg-Zeltweg und Puntigam-Werndorf.

Obersteiermark, das Industriezentrum des Landes Steiermark, soll durch ein 100 kV-Netz versorgt werden, mit derselben Spannung wird die Stromlieferung nach Wien über den Semmering vorgenommen. Für Mittel- und Oststeiermark reicht eine Netzspannung von 60 kV aus. Die Verteilungsleitungen innerhalb der Versorgungsleitungen werden 10 kV und 20 kV Spannung erhalten. Das Fernleitungsnetz für die Bahnen wird vom Drehstromnetz für die allgemeine Kraftversorgung vollständig getrennt angelegt.

Die praktische Durchführung erfolgt in der Weise, daß in erster Linie die Hauptkonsumschwerpunkte Graz, Bruck und Zeltweg durch kleinere Kraftwerke versorgt werden. Für die Stadt Graz wird die untere Teigitschstufe mit kleinem Speicher ausgebaut und erhält zunächst 11 700 kW Einheiten. Durch Verbindung dieses Werkes mit den bereits bestehenden Niederdruckwerken Peggau und Lebring an der Mur ergibt sich ein günstiges Zusammenarbeiten. Nach Ausbau der ersten Teigitschstufe wird das Murwerk Puntigam-Werndorf in Angriff genommen. Das Murwerk Bruck-Mixnitz soll möglichst gleichzeitig mit dem Teigitschwerk in Angriff genommen und voll ausgebaut werden. Soweit es die finanziellen Mittel erlauben, wird dann das Murwerk Judenburg-Zeltweg begonnen werden. Schließlich soll auch das Ennswerk und die Erzbachgruppe in den nächsten Jahren in Bau genommen werden. Alle diese Werke sollen bis 1930 fertiggestellt sein, außerdem in Mittelsteiermark der große Teigitschspeicher in Edelschrott, der wegen des Winterausgleiches von großer Wichtigkeit ist, errichtet werden. In die Zeit von 1930 bis 1936 würden dann die weiteren Speicherwerke an der Teigitsch, am Talbach und Sölkbach, auf der Teichalpe und das Niederdruckwerk Peggau-Weinzödl fallen. Die Fernleitungen und Transformatorstationen sollen erst mit fortschreitendem Ausbau des Netzes errichtet werden, um die finanziellen Mittel nicht zu überspannen.

Der Ausbau der steirischen Wasserkräfte ermöglicht eine Umgestaltung der obersteirischen Eisenindustrie, die ihre Betriebsstätten auf elektrischen Antrieb umstellen und vielleicht auch die Verhüttung der Eisenerze im Elektrohochofen aufnehmen wird. Die Verbindung mit den in den Nachbarländern geplanten Kraftnetzen ist vorgesehen. Von großer Wichtigkeit ist der Umstand, daß sich hier ein Weg zeigt, um die nicht speicherfähigen Donauwasserkräfte mit den speicherfähigen alpenländischen Wasserkräften zu kuppeln und deren wirtschaftliche Verwertung in die Wege zu leiten. Schließlich werden die großen Dampfkraftwerke Wiens im künftigen Energieausgleich eine Rolle spielen. (W. 73.)

Über die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete der Wasserkraftgewinnung vom Standpunkte des Bauingenieurwesens.

Referat, erstattet auf der I. Weltkraft-Konferenz zu London, von Oberbaurat Dr. Ing. e. h. Karl Innerebner
(Gesellschafter der Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl,) Innsbruck (Wien).

(Fortsetzung von H. 20, S. 366)

Derart günstige Verhältnisse wurden z. B. beim Kraftwerk Barberine der schweizerischen Bundesbahnen angetroffen, sind aber naturgemäß nur selten zu erwarten. Wie weit die Wasserdichtheit eines unverkleideten Gebirges gehen kann, erhellt unter anderem aus Abpreßversuchen, die in der Granitstrecke des Druckstollens des Kraftwerkes Amsteg der schweizerischen Bundesbahnen durchgeführt wurden, ehe man die Auskleidung einbrachte. Eine 150 m lange Stollenstrecke, entsprechend einer wasserbenetzten Felsfläche von 1500 m², ergab bei 4 Atmosphären Druck einen Wasserverlust von 4 lit/sek; in einer anderen, 350 m langen derartigen Strecke, die eine benetzte Fläche von 3500 m² aufwies, betrugen die Wasserverluste bei demselben Druck gar nur 0,25 lit sek. Um aber auch zu zeigen, wie groß anderseits die Durchlässigkeit sein kann, sei auf Versickerungsversuche verwiesen, die in der feinklüftigen Dolomitstrecke des Stollens des Spullerseewerkes der österreichischen Bundesbahnen zur Durchführung gelangten. Dort wurden bei Drücken von nur 30 cm Wassersäule Versickerungen im Ausmaße von 0,03 lit/sek je 1 m² Felsfläche beobachtet, entsprechend 30 bis 50 Tropfen von 1 cm³ Inhalt in der Sekunde auf 1 m² Felswandung.

Ist das Gebirge an sich zwar gut, besteht aber wegen vorhandener feiner Klüfte doch die Befürchtung, daß Wasser entweichen könnte, so wird ein Ueberziehen der Felswandungen mit einem Zementmörtelverputz zu erwägen

Digitized by Google

sein, der am besten und verläßlichsten mit der Zementkanone aufzubringen ist, die, aus Amerika kommend, nunmehr auch in Europa immer mehr und mehr Eingang findet.

Sind hier und da örtliche Gesteinsablösungen zu erwarten, das Gebirge aber im großen und ganzen doch von guter Beschaffenheit und der Betriebsdruck dabei etwa von der Größenordnung von 1 at, so wird man eine Stampfbetonauskleidung mit einem guten Innenputz anwenden; als Profil kommt heute nur mehr der Kreisquerschnitt in Frage, während früher hufeisenförmige und elliptische Profilformen zur Anwendung gelangten, wie sie aus sonstigen Gebieten des Stollenbaues übernommen worden waren, ohne sich weiter über die Wirkung des Innendruckes Rechnung zu geben. Nach ihrer Fertigstellung ist diese Auskleidung sorgfältig und wiederholt mit Zementmörtel und Zementmilch zu hinterpressen, um einen wirklich satten Anschluß des Mauerwerkes an das Gebirge zu erreichen.

Bei nicht ganz standfestem und zudem undichten Gestein wird man ebenfalls zuerst eine Stampfbetonauskleidung ausführen, und über dieser dann eine 5 bis 7 cm starke, mit Eisen bewehrte Zementmörtelschicht herstellen, deren Aufbringung wieder am besten mit Hilfe der Zementkanone erfolgt. Trotz der Eisenbewehrung ist aber einer sorgfältigen Hinterpressung des fertigen Mauerwerkes mit Zementmörtel und Zementmilch volles Augenmerk zu widmen. Mit dieser Ausführungsweise wird man bei Drücken von der Größenordnung von etwa 3 Atmosphären noch das Auslangen finden.

Bei größeren Drücken oder ungünstigeren Gebirgsverhältnissen bietet diese Auskleidungsweise nicht mehr genügende Sicherheit; für solche Fälle kommt dann die Anwendung von Eisenblech in Frage. Hierbei kann entweder, wie dies beim Spullerseewerk geschieht, eine eiserne Rohrleitung frei im Stollen verlegt werden, oder aber ein sattes Einmauern der Blechauskleidung erfolgen; in letzterem Falle hat das Eisenblech weniger den Zweck, statistische Aufgaben zu erfüllen, als die Wasserdichtheit des Bauwerkes zu gewährleisten. Die Einbringung des Betons kann bei Wahl von kurzen Schüssen von Hand aus, bei längeren Rohrstücken dagegen entweder unter Verwendung einer mit Preßluft betätigten Betonfördermaschine oder nach dem Preßbetonverfahren erfolgen; bei letzterem wird der Zwischenraum zwischen Gebirge und Blechauskleidung mit sandfreiem Schotter ausgefüllt und hierauf vom Rohrinnern aus mit Zementmörtel oder Zementmilch ausgepreßt, wodurch eine Versteinerung des Schotters erfolgt. Die Verbindung der einzelnen Rohrschüsse erfolgt bei freier Verlegung in einer der für Rohrleitungen gebräuchlichen Arten, bei Stollenpanzerungen dagegen kann entweder eine mit Blei zu verstemmende, innenliegende Muffenverbindung Anwendung finden, oder aber ein Verschweißen der einzelnen Schüsse miteinander erfolgen; die Schweißung kann entweder elektrisch oder autogen geschehen. Diesbezügliche Versuche, die im Zusammenhange mit dem Bau des Spullerseewerkes zur Durchführung gelangten, haben gezeigt, daß beide Schweißverfahren auch die Ausführung der Schweißung über Kopf bei einiger Uebung des Schweißers unschwer gestatten.

Was die Druckschächte anlangt, so werden diese immer dort am Platze sein, wo die örtlichen Verhältnisse, wie besondere Steilheit und Steinschlaggefährlichkeit des Hanges, die Anordnung einer Druckrohrleitung gefährlich erscheinen lassen; wo es sich um große Betriebswassermengen handelt, die entweder sehr weite, oder aber zahlreiche Druckrohrstränge erforderlich machen, wird bei größeren Druckhöhen auch eine wirtschaftliche Ueberlegenheit der Druckschächte gegeben sein. Bei Druckschächten ist wohl nur eine Ausführung unter Verwendung einer Blechauskleidung ernstlich in Erwägung zu ziehen. Das gute Verhalten der früher angeführten, mit Blech ausgekleideten Druckschächte einerseits und die wiederholt eingetretenen Unfälle bei Druckschächten, die man entweder unausgekleidet gelassen oder nur mit Beton allein ausgemauert hatte, anderseits, weisen mit nicht zu mißdeutender Eindringlichkeit auf diese Tatsache hin. Als Druckschachtausführungen ohne Verwendung von Eisenblech, die alle mehr oder weniger schadhaft wurden, seien unter anderen angeführt: Der Druckschacht des Kraftwerkes Lend der Aluminiumindustrie A.-G. Neuhausen (Oesterreich; Lichtweite oben 2,80 m, unten 2,20 m, Druckhöhe 65 m)[31], der Druckschacht des Biaschinawerkes (Schweiz; Lichtweite 2,80 m, Druckhöhe 180 m)[32] und der Sandcreekdücker der Wasserleitung von Los Angeles (Kalifornien; Lichtweite 2,75 m, Druckhöhe 140 m)[33].

Bei Bemessung der Stärke der Blechauskleidung hat man sich zu vergegenwärtigen, daß dem Blech bei satter Einmauerung auch hier in erster Linie die Aufgabe zukommt, die Abdichtung zu bewirken. Man findet daher mit verhältnismäßig geringen Blechstärken das Auslangen, wie aus den Angaben hervorgeht, die an anderer Stelle bezüglich der Blechauskleidung des Druckschachtes des Schnalstalwerkes gemacht erscheinen; dort wurde die Bemessung der Blechstärke derart vorgenommen, daß man das Blechfutter mit Bezug auf die tangentiale Zugbeanspruchung als freiliegendes Rohr berechnete, sich dabei aber mit einem wesentlich geringeren Sicherheitsgrad begnügte, wie er für ein wirklich frei verlegtes Rohr gewählt werden müßte. So ging man bei dieser Berechnungsweise im oberen Teil mit der rechnungsmäßigen Beanspruchung bis zur Festigkeit der Nietnaht selbst, während man im unteren Teil die Forderung nach einer nur 1,5fachen Sicherheit stellte; bekanntlich wird der Sicherheitsgrad für wirklich freiliegende Rohrleitungen mit etwa 3 bis 4 gewählt. Bei einem gut eingemauerten Blechrohr wird eben die Sicherheit der Blechauskleidung durch die Mitwirkung des Gebirges erhöht. Um eine derartig gute Einbettung zu erzielen, sind hinter das Blechrohr und hinter der Stampfbetonschichte vom Schachtinnern aus sorgfältig ausgeführte Zementeinpressungen vorzunehmen. Beim Druckschacht des Schnalstalwerkes wurden die hierfür im Blech erforderlichen Einspritzöffnungen — rund 800 an der Zahl — nachträglich mit kupfernen Bolzen verschraubt, deren Köpfe man schließlich wie Nieten verstemmte.

Wichtig ist es natürlich, eine recht weiche, dehnbare Eisensorte zu verwenden, weil dadurch die Inanspruchnahme erniedrigt wird. Sehr beachtenswert ist von diesem Standpunkt aus der schon im Zusammenhange mit dem Bau des Spullerseewerkes eingehend erwogene und nunmehr in Italien[34] zur Verwirklichung gelangende Gedanke, die Blechauskleidung durch Einwalzen von längslaufenden, federnden Wellen besonders schmiegsam zu machen.

6. Wasserschlösser.

Zwischen der unter Druck durchflossenen Oberwasserleitung und der zu den Turbinen führenden Druckrohrleitung, bzw. dem sie allenfalls ersetzenden Druckschacht, schaltet man fast immer ein Wasserschloß ein; seine Aufgabe besteht darin, als Puffer bei Belastungsstößen zu dienen. Ein solches Wasserschloß muß der Bedingung genügen, daß es bei einer plötzlichen Abnahme der Belastung nicht überflutet wird; ebenso darf bei einer plötzlichen Zunahme der Belastung der Wasserspiegel nicht so tief sinken, daß der Wasserzu- und -austritt bloßgelegt werden und auf diese Weise Luft in die Zu- und Ableitung eintreten kann. Weiterhin muß das Wasserschloß so bemessen sein, daß sich nach jeder Belastungsänderung im Wasserschloß auch wieder ein Beharrungszustand einstellt; letzteres muß nämlich keineswegs immer schon an und für sich zutreffen, vielmehr ist es unter gewissen Verhältnissen möglich, daß jede noch so kleine Belastungsänderung zu einer plötzlichen großen Veränderung in der Wasserspiegellage im Wasserschlosse führt, oder aber, daß die durch einen Belastungsstoß verursachte Gleichgewichtsstörung zu immer größeren solchen Störungen anwächst, eine Erscheinung, die z. B. beim Kraftwerk Heimbach an der Urfttalsperre beobachtet wurde.[35]

[31] Mitteilungen des Vereines für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens (1899).

[32] Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 10 (1913), S. 1 ff

[33] Engineering Record 67 (1913), Nr. 23.

[34] Bei der früher erwähnten, 720 m Druckhöhe aufweisenden Anlage Pallanzeno; vgl. G. Fantoli, Sul problema delle gallerie e dei pozzi scavati in roccia per condotte forzate d'aqua, Annali del Consiglio Superiore delle Aqua, Rom (1923).

[35] Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 52 (1908), Nr. 16/19.

Digitized by Google

Der Bauingenieur, dem in erster Linie statistische Probleme geläufig sind, sieht sich hier mit einem Male genötigt, dynamische Aufgaben zu behandeln, die dem interessanten Gebiete der Schwingungslehre angehören. Die ersten grundsätzlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Spiegelbewegungen in Wasserschlössern wurden bekanntlich von F. Prásil durchgeführt, wobei die allerdings nicht zutreffende Voraussetzung gemacht erscheint, die Druckhöhenverluste seien der ersten Potenz der Geschwindigkeit proportional [36]). Eine Berechnungsweise unter Verwendung eines numerischen Integrationsverfahrens, wobei die Druckhöhenverluste richtig, also als dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional, Berücksichtigung finden, hat um einiges später K. Pressel angegeben; [37]) dieses Verfahren erfreut sich namentlich für die Behandlung verwickelterer Aufgaben großer Beliebtheit. Einen weiteren wichtigen Beitrag zur Berechnung der Wasserschlösser hat D. Thoma geliefeert, indem er die Ursachen aufzeigte, durch welche z. B. die beim Kraftwerke Heimbach festgestellten andauernden und angefachten Schwingungserscheinungen des Wasserspiegels im Wasserschloß zustande kommen, die Maßnahmen zu ihrer Verhütung darlegte und endlich in weitgehender Weise den Zusammenhang zwischen Wasserschloß und Turbinenregelung untersuchte.[38]) Wertvolle Angaben finden sich auch bei Ph. Forchheimer.[39])

Mit der verstärkten Wiederaufnahme des Wasserkraftausbaues nach Beendigung des Krieges hat auch auf diesem Gebiete die Forschertätigkeit neu eingesetzt; an bemerkenswerten neueren Veröffentlichungen sind Abhandlungen von E. Braun [40]) und A. Schoklitsch [41]) zu nennen, die sich vor allem mit zeichnerischen Lösungsverfahren beschäftigen; A. Schoklitsch hat überdies — anscheinend als erster — auch auf diesem Gebiete der Hydraulik zum Modellversuch gegriffen. Aus jüngster Zeit ist die schöne Arbeit von F. Vogt [42]) zu erwähnen, in welcher für eine ganze Reihe von Lösungsfällen Näherungsformeln aufgestellt werden.

Ein zeichnerisches Verfahren von allgemeinster Anwendbarkeit und dabei großer Einfachheit und Uebersichtlichkeit, das die Behandlung auch der verwickeltesten Wasserschloßaufgaben nach einheitlichen Gesichtspunkten ermöglicht, hat Ing. Dr. L. Mühlhofer angegeben. Die wissenschaftlich wertvolle und dabei die Bedürfnisse des entwerfenden Ingenieurs voll berücksichtigende Arbeit (soeben im Verlag von Julius Springer, Berlin, erschienen) füllt eine empfindliche Lücke in der vorhandenen Wasserschloßliteratur aus und wird von der Praxis als ausgezeichneter Behelf für die genaue Planung von Wasserschlössern begrüßt werden.

In konstruktiver Hinsicht ist zu sagen, daß sich bei Anlagen, deren Speicher der Höhe nach innerhalb weiter Grenzen ausgenützt wird, immer mehr und mehr das Wasserschloß mit oberer und unterer Kammer einbürgert, wie es anscheinend in größerem Maßstabe erstmals beim Löntschwerk (Schweiz) verwendet wurde. Diese Anordnung bietet gegenüber einem oben und unten gleich weiten Wasserschloß den Vorteil, daß die Aufspeicherung des Wassers gerade dort erfolgt, wo seine Masse am wirkungsvollsten ist, nämlich für Vergrößerung der Belastung unten und für Verringerung der Belastung oben. Bei Oeffnungsvorgängen an den Turbinen sinkt nämlich der Wasserspiegel im engen Steigschacht sehr rasch in die Tiefe, um dann in der weiten unteren Kammer langsam weiter zu fallen; das dadurch entstehende große Gefälle vom See bis zum Wasserschloß bewirkt dann eine verhältnismäßig rasche Beschleunigung der im Zulaufstollen enthaltenen Wassermenge, wodurch die Absenkung in der unteren Kammer alsbald zum Stillstand gelangt. Umgekehrt steigt bei Absperrvorgängen der Wasserspiegel im engen Steigschacht vorerst bis zur weiten oberen Kammer schnell empor; dadurch wird auf den gegen das Wasserschloß zu andrängenden Stolleninhalt ein erheblicher Gegendruck ausgeübt und der weitere Anstieg des Wasserspiegels in der oberen Kammer bald beendigt. Beim Spullerseewerk wird die untere Kammer in zwei Stollen von je 14 m Länge aufgelöst, die kreisförmigen Querschnitt besitzen und sich nach rückwärts hin von 2,80 m auf 1,80 m Durchmesser verjüngen, um so einerseits den Ablauf des Wassers und anderseits das Entweichen der Luft leicht möglich zu machen. Die obere Kammer dagegen ist als 30 m langer, 4 m hoher und 3 m breiter Stollen vorgesehen. Der obere Speicherstollen steht mit den beiden unteren durch einen 50 m hohen, 4 m weiten Schacht von kreisförmigem Querschnitt in Verbindung.

Die Kammerwasserschlösser ermöglichen es, mit etwa nur dem halben Gesamtinhalt dasselbe zu erreichen, wie mit einem Wasserschloß von unveränderlichem Querschnitt, was die Wirtschaftlichkeit der ersteren Ausführungsweise deutlich erkennen läßt.

Für Anlagen mit kleineren Schwankungen zwischen höchstem und niederstem Speicherstand dagegen wird aus konstruktiven Gründen häufig dem einfachen Steigschacht ohne Kammer oder nur mit oberer Kammer der Vorzug zu geben sein.

Bemerkenswert sind die Ausführungen, die F. Vogt in seiner oben erwähnten Arbeit über Wasserschlösser mit künstlichen Dämpfungswiderständen macht. Erfahrungen scheinen über solche Wasserschlösser allerdings zurzeit noch nicht vorzuliegen. Jedenfalls ist aber eine derartige Anordnung nie ganz frei von Gefahrsmomenten, weshalb ein solches Wasserschloß unter Umständen seinen Zweck, nämlich ein Sicherheitsventil zu bilden, nicht voll und ganz wird erfüllen können.

Die Auskleidung eines Wasserschlosses wird naturgemäß in derselben Weise beansprucht wie die eines Druckstollens oder -schachtes. Bei größeren Höhen ist daher auch hier Vorsicht am Platze, was auch die im Wasserschlosse des Ritomwerkes beobachteten Rißbildungen beweisen. Diese Erwägungen haben z. B. auch dazu geführt, beim Spullerseewerk der österreichischen Bundesbahnen sowohl die beiden unteren Speicherstollen, als auch den Steigschacht, und zwar bis zur Sohle des oberen Speicherstollens, mit Eisenblech zu panzern; der größte Druck beträgt hierbei 50 m Wassersäule. Der obere Speicherstollen, dessen Scheitel stets druckfrei bleibt und über dessen Sohle das Wasser nicht höher als 3 m ansteigt, wird nur mit Stampfbeton allein ausgekleidet.

[36]) Schweiz. Bauzeitung 52 (1908), S. 271 ff.
[37]) Schweiz. Bauzeitung 53 (1909), S. 57.
[38]) Zur Theorie des Wasserschlosses bei selbsttätig geregelten Turbinenanlagen, München und Berlin (1910).
[39]) Hydraulik, Leipzig und Berlin (1914), S. 353/362.
[40]) Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 17 (1920), S. 145 ff.
[41]) Schweiz. Bauzeitung 81 (1923), S. 129 ff.
[42]) Berechnung und Konstruktion des Wasserschlosses, Stuttgart (1923).

Zuschriften:

Betrachtungen über „Die mittlere Geschwindigkeit" in einem Flußquerschnitt.

In dem gleichnamigen Aufsatze in Heft 18 dieser Zeitschrift (Seite 327—329), von Bauamtmann van Rinsum, werden Betrachtungen über die formelmäßige Erfassung der Abflußmenge eines natürlichen Flusses aus dem Fließgefälle und dem wasserführenden Querschnitt angestellt, die dankenswerte Hinweise enthalten. Dem wissenschaftlich arbeitenden Ingenieur ist es allerdings nicht unbekannt, daß der hydraulische Profilradius $R = \frac{F}{u}$ nicht eindeutig der Querschnittsform gerecht werden kann; das Verhältnis $\frac{F}{u}$ oder auch $\frac{F}{B}$ ergibt sich zum Beispiel bei gleicher Flächengröße F jeweils etwas anders, je nachdem die Sohlenbegrenzung trapezähnlich, halbkreisförmig, parabelartig oder dreieckähnlich verläuft. Im natürlichen Flusse ist der Querschnitt recht unregelmäßig und auch in der Form nie gleichbleibend, so ist er in der Flußkrümmung wesentlich anders als im Gebiete des Stromübergangs. Es

Digitized by Google

zeigt sich aber, daß auf Beharrungsstrecken, wo also keine nennenswerten örtlichen Beschleunigungen oder Verzögerungen des fließenden Wassers vorhanden sind, das Verhältnis $\frac{F}{u}$ (bezw. $\frac{F}{B}$) in ziemlich engen Grenzen gleich groß bleibt. Aus diesem Grunde hat man in Ermangelung der Kenntnis besserer Gesetze im Annäherungsverfahren das durchschnittliche Tiefenmaß R mit der durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit im ganzen wasserführenden Querschnitt F, der sogenannten „mittleren Geschwindigkeit" v in gegenseitige Beziehung gebracht. Es zeigte sich mehr und mehr, daß diese einfache Abhängigkeit $v = f(R)$ — gleichbleibendes Gefälle J vorausgesetzt — nicht zu befriedigenden Ergebnissen führen konnte. Dieses gelang schon besser, als man das Reynolds'sche Aehnlichkeitsgesetz für Reibungsvorgänge zum Ausgang nahm, obschon auch dieses allein noch nicht restlos alle Funktionsgrößen erfaßt; immerhin sind wir dadurch auf dem Wege der Forschung fortgeschritten (vgl. hierzu Zentralblatt der Bauverwaltung 1922, S. 5 und 378, sowie 1923, S. 593 und 613). Wir gelangen so zu dem verbesserten Näherungsgesetz $v = f(v\,R)$, in welchem durch v selbst in der Funktionsgröße $(v\,R)$ indirekt der Einfluß der Querschnittsform schon zur Geltung kommen kann, sofern hierbei Messungsergebnisse für die Auswertung benutzt werden (vgl. auch a. a. O. S. 613). Dieses Verfahren ist also noch vorwiegend empirischer Natur; es sind aber schon weitere Untersuchungen eingeleitet, um die Art der noch fehlenden Funktionsglieder zu erforschen.

Der in Heft 18 dieser Zeitschrift, S. 329, angegebene Vorschlag ist gewiß anregend und beachtenswert, leider wird aber seiner Durchführung sich manches, nicht zu unterschätzende Hemmnis entgegenstellen. Ein Vergleich der Meßstellen IV und V sowie VI und XIII in der Zusammenstellung zu Abbildung 3 und in der Abbildung 2 zeigt, daß dort noch kein eindeutiges Gesetz zwischen der mittleren Teilgeschwindigkeit v_m in einer Meßlotrechten von der Tiefe t und dieser Größe t besteht. Wie eine Betrachtung der Abbildung 3 lehrt, ist es augenscheinlich nicht belanglos, an welcher Stelle des unregelmäßigen Querschnitts sich die jeweilige Tiefe t befindet; die dort an dem jeweilig betrachteten Orte der Meßlotrechten sich anschließende Sohlenneigung — sowohl in der Querrichtung wie in der Längsrichtung (wie die Abbildung 1 zeigt) —

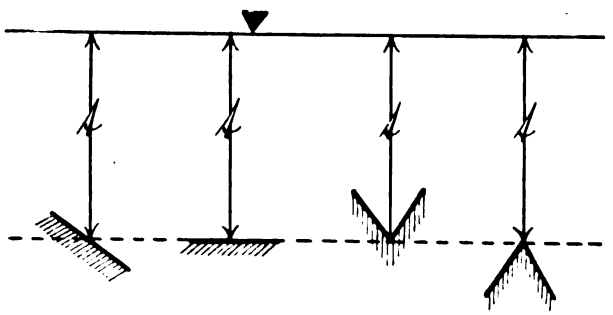


Abbildung 1.

scheint nicht ohne Bedeutung zu sein. Trifft das zu, so ergeben sich schon allein aus diesen Umständen für ein und dieselbe Tiefe t mindestens 16 verschiedene Fälle bei der Auswertung. Aus diesem Grunde wird auch die Abflußbestimmung, welche von den einzelnen lotrechten Geschwindigkeitslinien herzuleiten wäre, nicht ganz einfach werden. (W. 220.) Dr.-Ing. R. Winkel.

Zu dem Vorigen schreibt Herr van Rinsum:

Auf die Ausführungen von Herrn Dr. Winkel möchte ich folgendes erwidern:

Die empirischen Forschungen, die zu der Formel $v = f(v\,R)$ führten, haben zwar die allgemeinen, für den Querschnitt als Ganzes erkannten Gesetzmäßigkeiten in eine einfach gebaute und durchsichtige Form kleiden können. Ich glaube aber nicht, daß man auf diesem Wege, dem Problem, die Abflußgesetze physikalisch richtig zu deuten, was doch schließlich den Endzweck meiner Anregungen bedeuten soll, näher kommen wird. Denn v_m des ganzen Querschnittes bleibt nach wie vor eine reine Rechnungsgröße, was man von der Kurve der mittleren Geschwindigkeiten in den einzelnen Lotrechten nicht behaupten kann.

In meinem Aufsatz in Heft 18 dieser Zeitschrift hatte ich, anschließend an die Gl. 3, zunächst die Frage offen gelassen, von welcher Höhe der Exponent der gesuchten Funktion für die mittlere Geschwindigkeit in einer Lotrechten $f(t \cdot \varphi)$ sein müsse. Gerade mit Rücksicht auf die physikalische Bedeutung möchte ich mich nunmehr eindeutiger fassen und ausschließlich den Formelaufbau der Gl. 3 als berechtigt gelten lassen. Denn spalte ich aus dem Beiwert K einen Faktor $\sqrt{2g}$ ab, so verkörpert mir die Gleichung $v_m = K' \cdot \sqrt{\varphi}\,\sqrt{2gt}$ einfach das mit einem Faktor multiplizierte Fallgesetz. Auf diesen für die theoretische Erkenntnis zweifellos wichtigen Umstand ist meines Wissens noch niemals hingewiesen worden.

Wenn nun K, wie die Abbildung 2 meines Aufsatzes zeigt, bei gleichen Tiefen verschiedene Werte annehmen kann, so möchte ich dies, wie gesagt, ausschließlich auf die unterschiedliche Einwirkung der Sohle an den betreffenden Stellen (Kies, Pflaster usw.), das Pendeln aber der Werte für die Lotrechten IV, V, VI um eine Mittellage auf unregelmäßige Strömungserscheinungen zurückführen.

Derartige Unregelmäßigkeiten lassen sich allerdings in ihrer Natur erst dann richtig bewerten, wenn eine genügend große Anzahl von Punkten zur Verfügung steht. Ich habe darum eine Reihe von Wassermessungen gleicher Meßstellen bei möglichst verschiedenen Wasserständen durchgerechnet, von der Auffassung ausgehend, daß etwaige Gesetzmäßigkeiten von K vom Wasserstand unabhängig bleiben müssen, wenn ein Erfolg überhaupt erreicht werden soll. Von der ständigen Meßstelle zum Beispiel an der Donau bei Niederwinzer oberhalb

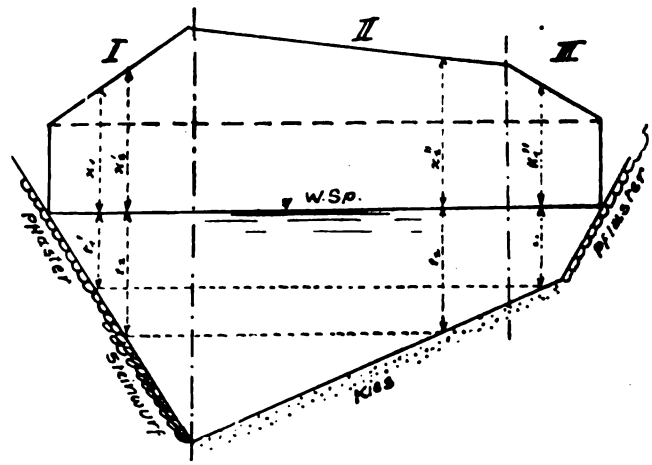


Abbildung 2.

Regensburg[1]) gewann ich hierbei eine bestimmte Auffassung, die ich durch die Abb. 2 schematisch darstellen will. Gefällsmessungen waren zwar gleichzeitig mit den Wassermessungen nicht vorgenommen worden.

[1]) Die Wassermessungen wurden mir von der Landesstelle für Gewässerkunde München in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Digitized by Google

Da die Einführung des Gefälles aber lediglich eine Aenderung des Maßstabes, in dem ich K auftrage, bedeutet, so werden etwaige gemeinsame Gesetzmäßigkeiten davon nicht berührt werden. In den K-Kurven war nun deutlich eine Dreiteilung festzustellen. Während die Abschnitte I und III wegen der unmittelbaren Einwirkung des Ufers in Verbindung mit der geringen Anzahl von Lotrechten keine erschöpfende Beurteilung von K (für Pflaster, Steinwurf) zuließen, zeigte der mittlere Teil II (beweglicher Kies) eine auffallende, mit der Tiefe gleichändrige Gesetzmäßigkeit.

Dieses Ergebnis sagt mir, daß sehr wohl je nach der Lage der Lotrechten bei gleichen Tiefen verschiedene K-Werte auftreten können und daß die Sohlenneigung, soweit sie eine rein örtliche Erscheinung ist, doch nicht von der grundsätzlichen Bedeutung sein wird, wie es Herr Dr. Winkel meint. (W. 225.)

Regensburg, den 28. Sept. 1924. van Rinsum.

Zur Pumpenspeicherung im Walchenseewerk.

Zu unserer Bemerkung in H. 19, S. 356, r. Sp., daß der Gedanke der Pumpenspeicherung im Walchensee aus dem Leistungsüberschuß des Bayernwerkes wohl erstmals von Dr. Schmitt in der „Freien Donau", 1924, Heft 16, ausgesprochen sei, legt uns Herr Dipl.-Ing. O. Poebing hier seine Broschüre „Die Wasserkräfte Bayerns", Sonderabdruck aus den „Politischen Zeitfragen", 15. August 1919, vor. Auf S. 10 der Broschüre schreibt der Verfasser: „Es muß jeder Ueberschuß an Strom ausgenützt werden. Solche Möglichkeiten sind da. Um nur ein Beispiel zu erwähnen, ist die Möglichkeit gegeben, durch das Kochelseekraftwerk mittelst einer Großpumpenanlage Wasser in den Walchensee zu fördern, indem jeglicher Stromüberschuß, der durch das Landesenergienetz aufgenommen wird, ohne Verzug benutzt wird, um diese Pumpenanlage zu treiben. . . . ." (Im gleichen Jahre 1919 und unabhängig von dieser Veröffentlichung ist die Frage der Pumpenspeicherung im Walchensee schon zwischen Exzellenz Oskar von Miller und Herrn Oberregierungsrat Bürner besprochen worden. (Mitteilung des Letzteren an die Schriftltg.) In den Unterlagen und Konkurrenzentwürfen gelegentlich des Wettbewerbes zur Erlangung von Entwürfen für das Walchenseewerk war unseres Wissens noch nicht an die Pumpenspeicherung gedacht. (Die Schriftleitung.) (W. 249.)

Rundschau

Wasserbau

Sammelbecken und Kanalableitungen. Annali delle utilizzazioni delle acque. Von Ing. Luigi Kambo.

In den Annali delle utilizzazioni delle acque (Vol. I Anno 1921), die an Stelle der früheren Annali del consiglio superiore delle acque nach der ab 1. Februar 1923 erfolgten Auflösung des hohen Rates für Wasseranlagen in Italien getreten sind, gibt Ing. Luigi Kambo eine 30 Seiten lange Abhandlung über Wasserkraftanlagen, die Sammelbecken verwenden, und solche, die lediglich Kanalableitungen aus Flüssen zur Voraussetzung haben. Der letztere Weg, der die Ausnützung der Schwankungen in den Wasserzulaufmengen nicht gestattet und daher mit großer Energievergeudung verbunden ist, ist weit ungünstiger als der erstere und auch dieser ist in Zukunft noch manchen Vervollkommnungen zugänglich. Wenn man auf elektrischem Wege verschiedene getrennte Wasserkraftzentralen zusammenwirken läßt, solche mit Frühjahrs- und Sommerhochwassern mit solchen, die im Herbst und Winter Hochwasser haben, so wird man im Sinne der Regelung einen guten Schritt vorwärts getan haben und man wird mit Becken verhältnismäßig geringer Fassung auskommen. Vielleicht ist die Zeit nicht mehr ferne, in der man die verschiedenen Wasserläufe einer Gebirgsgegend in bestimmten Dosen zusammenschüttet, wie der Chemiker die Bestandteile seiner Verbindungen.

Bezüglich der Wasserkraftausnützung der Flüsse empfiehlt Kambo:

a) Einfache Staudämme oder -mauern, wenn das Tal weit ist und ihm eine Talverengung von nicht großem Gefälle folgt, soweit es natürlich die geologischen und topographischen Verhältnisse zulassen.

b) Staumauern mit folgenden Druckrohrleitungen, wenn einem offenen Tale eine Verengung mit starkem, genügend ausgesprochenem Gefälle folgt, da dann die Druckrohrleitung im Verhältnis zur Entwicklung des Flußlaufes kurz wird.

c) Kanalableitungen und Druckrohrleitungen, wenn das Tal eng ist und starkes Gefälle besitzt.

d) Bewegliche Wehre, wenn der Fluß große Wassermengen und schwaches Gefälle aufweist.

Kambo bespricht dann die Anlage künstlicher Seen und kommt an Hand zeichnerischen und mathematischen Nachweises zu dem besonderen Ergebnis, daß man, um das Ueberfließen von Wasser aus einem künstlichen See zu vermeiden, das Fassungsvermögen des Sees nur um ein Raummaß vergrößern muß, das geringer ist, als das des übergetretenen Wassers. Er untersucht dann bei gegebenen Zuflüssen die Aenderungen der mittleren Abflüsse und Wasserüberläufe mit den Verschiedenheiten der Fassungsvermögen der Sammelbecken und mit den verschiedenen Höhen der Staumauern und warnt vor der Neigung, hohe Staumauern anzuwenden behufs Ausnützung von Hochwassern, die sich nur in großen Zwischenräumen wiederholen. Er ergänzt seine Untersuchungen durch genaues Eingehen auf die Wasserverluste, die durch Verdunstung und Versickerung eintreten, und weist an einem aus der Ausübung geschöpften, von einer Stauvorrichtung S. Roque (Cordoba Argentinien) hergenommenen Beispiel den tatsächlichen Wert solcher Berechnungen nach.

Ausgehend von dem Satze, daß das Fassungsvermögen des Sammelbeckens, das die größte Wassermenge liefert, entweder das ist, das die gewöhnlichen Hochwasser, oder höchstens das, das auch die außerordentlichen Hochwasser aufnimmt, berechnet Kambo unter Berücksichtigung der Verluste die geeignete Höhe der Staumauern. Jedem Fassungsvermögen eines Sees entspricht nicht nur eine Wassermenge Q sondern auch eine mittlere Höhe des Gefälles H_m. Für jedes Staubecken besteht eine Höhe, über die man nicht hinausgehen darf. Die Berechnung der Staumauern wird vervollkommnet werden können, durch Anwendung geeigneter Baustoffe wird man die Ausmaße herabmindern und die größten Höhen erreichen können, der Fortschritt der Technik wird die Kostenaufwendungen außerordentlich einzuschränken erlauben, aber keinem darf es in den Sinn kommen, über die bezeichnete, durch die Unmöglichkeit der Abminderung der Verdunstungs- und Versickerungsverluste gegebene Grenze hinauszugehen. Es ist das eine der der menschlichen Gewalt von der Natur gesetzten Schranken.

Bei der großen Bedeutung der Bestimmung der durch Verdunstung und Versickerung gegebenen Verluste beklagt Kambo, daß die hierfür vorliegenden Angaben so knapp und für die Anwendung in der Ausübung unvollständig sind, und empfiehlt die Errichtung eines internationalen Instituts, das die nötigen technischen Angaben sammelt, ordnet und veröffentlicht. Solange das nicht der Fall sei, werde die Unklarheit und Unsicherheit immer die Ursache der größten Nachteile sein. Er schlägt beispielsweise ein Verfahren zur Ausscheidung und Messung dieser Verluste vor und geht auch auf die an der Stauvorrichtung selbst auftretenden Verluste ein.

Die gleichen Verfahren wie an künstlichen Seen lassen sich auch auf natürliche Seen übertragen. Vom hydraulischen Gesichtspunkt besteht der Unterschied nur darin,

Digitized by Google

daß bei letzteren der Abfluß nicht mehr in unserem Belieben steht.

Dann werden noch die verschiedenen Ableitungsrinnen, ihre Vertiefungen, Erhöhungen, Verbreiterungen und Verengerungen untersucht, und es wird nachgewiesen, daß das zeichnerische Verfahren hierbei mit großer Einfachheit Aufgaben zu lösen imstande ist, die auf analytischem Wege außerordentlich verwickelt zu lösen wären.

Schließlich ist dann noch von der Abführung der Hochwasser und den hierfür zur Verfügung stehenden Vorrichtungen die Rede. Bewegliche, regulierbare, tiefe Oeffnungen sind nach Kambos Anschauung beim heutigen Stande der Technik, die den ungeheuren Drücken mit der größten Genauigkeit im Bau gerecht zu werden vermag, den anderen Einrichtungen vorzuziehen, da sie größere Wirtschaftlichkeit bieten, geringere Staumassen verloren gehen lassen und zudem uns instandsetzen, zu jedem beliebigen Zeitpunkte den See zu leeren. Dr. S.

Neuartige Ausführung eines Druckschachtes. Eine interessante Auskleidung eines Druckschachtes ist soeben bei einer Wasserkraftanlage in Oberitalien ausgeführt worden. Das genannte Werk liegt bei Pallanzeno, einer Bahnstation der Linie Domodossola—Novarra, etwa 10 km von Domodossola entfernt. Die Anlage erhält ihr Betriebswasser aus einem Stausee von rund 30 Millionen cbm Inhalt durch eine Zuleitung von etwa 12 km Länge bis zum Wasserschloß. Von hier aus wird das Betriebswasser in einem Druckschacht, der in das Gebirge eingesprengt ist, den Turbinen zugeleitet. Die Druckhöhe beträgt 540 m, der Durchmesser des Druckschachtes 1,80 m. Der ganze Druckschacht ist mit Blech ausgekleidet, in welches in gewissen Abständen, auf den ganzen Umfang verteilt, Längsrillen

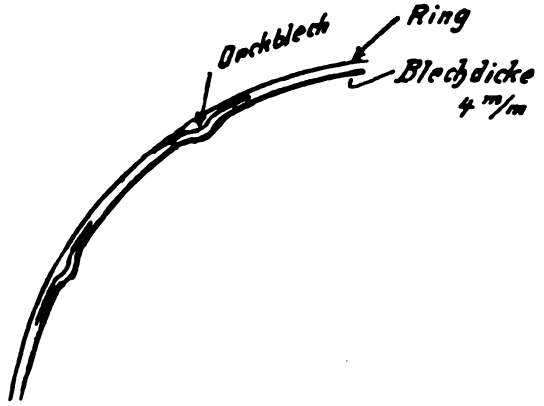


Abb. 1. Druckschacht-Auskleidung.

eingearbeitet sind (Abb. 1). Diese Rillen sind durch ein Blech gedeckt. Die Bleche wiederum werden durch Ringe, welche um den ganzen Umfang des Rohres gelegt sind, in ihrer Lage festgehalten. Die Wandstärke der Blechauskleidung beträgt auf die ganze Höhe — bis zum Drucke von 540 m — 4 mm. Der Zwischenraum zwischen Gebirge und Blechrohr ist mit Beton satt ausgefüllt. Die Blechauskleidung soll als elastisches Rohr wirken, und infolge der eingearbeiteten Rippen dem Rohr gestatten, gewissen Bewegungen des Gebirges, welches infolge des Wasserdruckes ausweicht, zu folgen. Die Rohre werden von der Rohrfabrik Tubitogni in Brescia hergestellt nach Angaben des Ingenieurs Sgre. Marinoni in Mailand. Ihre Konstruktion ist aufgebaut auf der Theorie der Druckschächte von Dr. Mühlhofer.

Man darf gespannt sein, ob diese Schachtauskleidung die auf sie gesetzten Erwartungen erfüllen wird. Der eventuelle Erfolg dieser Anordnung wird, wie man erwarten kann, verschiedene Projekte und Ausführungen zugunsten eines Druckschachtes beeinflussen; so soll zum Beispiel auch bei dem in Bauvorbereitung befindlichen Achenseewerk die Frage eines Druckschachtes ernstlich erwogen werden. — Der Schacht ist fertiggestellt; zurzeit werden die Turbinen und die Schaltanlage montiert, so daß die Inbetriebnahme der gesamten Anlage in etwa drei Monaten zu erwarten ist.

Abb. 2. Druckrohr.

An den Druckschacht schließt sich im Gebirge ein Verteilkessel, von welchem drei Rohre von je 0,80 m, abnehmend auf 0,50 m, und von 40 mm Wandstärke ungefähr wagerecht herausgeführt werden und das Betriebswasser den Peltonturbinen von je 4500 kW Leistung bei 600 Umdrehungen in der Minute zuleiten. Vorläufig werden erst zwei Turbinen aufgestellt; die dritte Turbine soll nächstes Jahr folgen. Abbildung 2 zeigt die Ausführung der Zuleitungsrohre aus dem Gebirge. (W. 248.)

Regierungsbaurat a. D. A. Baumann, Karlsruhe.

Die Landesanstalt für Gewässerkunde zu Berlin. Die Wasserwirtschaft hat im ganzen neunzehnten Jahrhundert in fast allen deutschen Staaten die ihr gebührende Beachtung gefunden, soweit ihre verkehrstechnische Seite in Frage kommt. Besonders in den letzten Jahrzehnten hat ein großzügiger Ausbau des deutschen Stromnetzes stattgefunden, ohne allerdings irgendwie erschöpfend zu sein. Die Geschichte der deutschen Ströme als Verkehrsmittel ist so alt, wie die deutsche Kultur selbst, doch erst mit dem Aufkommen der Dampfschiffahrt wurden die Ströme als Verkehrswege ein wirklich wichtiges Glied der Volkswirtschaft. Vollends der Weltkrieg hat für Deutschland auch aus militärischen Gründen die gewaltige Bedeutung der Ströme als Verkehrswege offenbart, wobei den Kanälen eine wichtige Rolle zufällt. In der Zukunft werden sich daher die deutschen Ströme mit ihren Kanälen einer wesentlich verstärkten Aufmerksamkeit des Staates zu erfreuen haben, zumal man ihren militärischen Wert voll und ganz erkannt hat.

Zur Bewertung des Strom- und Kanalnetzes eines Landes ist zunächst eine genaue Kenntnis des vorhandenen Wassernetzes notwendig, das in den meisten Ländern und so auch bei uns eine durchaus schonende Behandlung erfordert und keineswegs einen Raubbau zuläßt. Ländern wie Schweden und Norwegen mit großem Wasserreichtum ist vielleicht ein freieres Schalten mit dem vorhandenen Wasserschatz gestattet, anders Deutschland und insbesondere Norddeutschland, das durch seinen verhältnismäßig beschränkten Wasserschatz zu einer gewissen Sparsamkeit verpflichtet ist. — Mit der wissenschaftlichen Untersuchung des Wasserschatzes und der praktischen Auswertung der gewonnenen Ergebnisse ist die Landesanstalt für Wasserkunde zu Berlin betraut, mit deren Zweck und Ziel die nachfolgenden Zeilen vertraut machen sollen.

In Preußen war man sich früh über die Bedeutung der Wasserwirtschaft klar, denn in der geschichtlich so bewegten Zeit des Jahres 1810 begründete die preußische Staatsregierung jene Einrichtung, welche ein zusammenhängendes Netz von Pegelstellen zur regelmäßigen Messung der Wasserstände bezweckte, was an den Hauptströmen mit den wichtigsten Nebenflüssen und der Küste geschah. Uebrigens hatte man auch schon vorher Wasserstands-

Digitized by Google

messungen an einzelnen Stellen ausgeführt, doch fehlte die Planmäßigkeit. König Friedrich Wilhelm III. brachte den Pegelbeobachtungen volle Aufmerksamkeit entgegen und gewährte denselben jede Förderung. Als Preußen dann später in den 1870er und 1880er Jahren seine großen Ströme mit erheblichen Kosten ausbaute, traten in den Jahren 1888 und 1889 besonders im Odergebiet äußerst verheerende Hochwasser auf, welche die geschädigten landwirtschaftlichen Kreise auf den Ausbau der Flüsse zurückführen zu müssen glaubte. Der König berief daher 1892 einen sog. „Wasser-Ausschuß", der die Wasseruntersuchungen zu veranlassen hatte. Von dem Wasser-Ausschuß wurden sämtliche preußischen Stromgebiete einer eingehenden Untersuchung unterzogen, die zu dem Ergebnis kam, daß der Ausbau der Ströme keineswegs als Ursache des verheerenden Hochwassers zu gelten habe. Der Wasser-Ausschuß schuf unter der Leitung des jetzigen Wirkl. Geh. Oberbaurats Hermann Keller umfangreiche grundlegende Werke über die preußischen Stromgebiete, die in ihrer hydrographischen und wasserwirtschaftlichen Darstellung wissenschaftlich heute noch mustergültig sind. Als erstes Werk erschien 1896 vom Büro des Ausschusses herausgegeben, das über den Oderstrom, zwei Jahre später folgte in Verbindung mit der Kgl. Elbstromverwaltung der Elbstrom, 1899 gab H. Keller im Auftrage des Wasserausschusses sein Werk über den Memel-, Pregel- und Weichselstrom heraus und 1901 schloß sich vom selben Verfasser Weser und Ems an. Der Rheinstrom war schon vorher, 1889, mit seinen wichtigsten Nebenflüssen im Auftrage der Reichskommission von dem Zentralbüro für Meteorologie und Hydrographie des Großherzogtums Baden bearbeitet worden. Auch in Württemberg wurde 1889 ein hydrographisches Büro ins Leben gerufen, ebenfalls wesentlich als Folge von Hochwasserkatastrophen. Wasserstandsbeobachtungen für Schiffahrtszwecke wurden in Württemberg schon seit 1827 am Neckarpegel zu Heilbronn und am Bodenseepegel zu Friedrichshafen gemacht. Weitere regelmäßige Beobachtungen traten 1853 am Neckar zu Cannstatt und Plochingen, sowie zu Ulm an der Donau hinzu. Im Jahre 1900 besaß Württemberg bereits 43 staatliche Pegelstationen, von denen 24 auf das Neckargebiet, 13 auf das Donaugebiet, 4 auf das Bodenseegebiet und je eine auf das Murg- und Taubergebiet entfielen.

In Preußen ging aus dem Büro des Wasserausschusses, und zwar nach Beendigung seiner gutachtlichen Tätigkeit im Jahre 1902, die Kgl. Landesanstalt für Gewässerkunde hervor, die seither in Preußen die Bedeutung der wasserwirtschaftlichen Angelegenheiten in Händen hat. Die Landesanstalt untersteht sowohl dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten, wie auch dem Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten. Leiter ist der schon erwähnte Wirkl. Geh. Oberbaurat Dr.-Ing. h. c. Hermann Keller, der sich um das Wasserwesen Preußens große Verdienste erworben hat. Hermann Keller, 1851 zu Gießen geboren, ist unter anderem der Erbauer der großen Packhofanlage zu Berlin, er war ferner mit am Bau des Nord—Ostsee-Kanals tätig, wirkte 1889—1892 als technischer Attaché bei der Deutschen Botschaft in Rom, war 1892 bis 1902 Vorsteher des Büros des Wasserausschusses und ist seit 1902 Leiter der Kgl. Landesanstalt für Gewässerkunde. Die Zahl seiner literarischen Facharbeiten ist bedeutend. Außer den schon erwähnten sei die 1904 erschienene Arbeit über die „Hochwassererscheinungen in den deutschen Strömen" und die 1906 herausgegebene Schrift: „Niederschlag, Abfluß und Verdunstung in Mitteleuropa" genannt. Da der Wasserausschuß die wichtigsten Stromgebiete Preußens literarisch bereits bearbeitet hatte, so erübrigte sich noch das Werk über die deutschen Küstenflüsse, das die Landesanstalt im Jahre 1911 durch J. Kres herausgab. Das badische Zentralbüro vervollständigte sein Rheinwerk bis zum Jahre 1908 durch 8 Hefte: „Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet", und zwar gibt Heft 6 eine Hydrographie des Mains und Heft 7 eine solche der Mosel.

Wir wollen kurz auf einige der wichtigsten Arbeitsmethoden in ihren elementaren Grundlagen hinweisen, soweit sie für die Gewässerkunde von Bedeutung sind. Bei den Wasserstandsmessungen spielt der Pegel die Hauptrolle. Als einfachster Pegel oder Wasserstandszeiger hat mit gut sichtbarer Maßeinteilung der Skalenapparat zu gelten, der wie jeder Pegel möglichst an einer geschützten Stelle des Flusses, etwa an einem Brückenjoch oder Brückenpfeiler anzubringen ist. Als Nullpunkt wird möglichst der kleinste Niederwasserstand angenommen, um negative Ablesungen zu vermeiden. Wird der Pegel auf einer festen Uferböschung angeordnet, so muß die Teilung als Projektion eines Vertikalmaßstabes ausgeführt werden, damit die schrägen Ablesungen unmittelbar die richtige lotrechte Höhe des Wasserspiegels angeben. Die Skalenpegel werden in den letzten Jahren meist aus Eisen hergestellt. Der einmal angenommene Nullpunkt eines Pegels wird vermittels Nivellements auf zuverlässigen Fixpunkt oder auf Meereshöhe, in Deutschland NN. bezogen. Als ordentliche Pegelablesungen oder Aufschreibungen gelten solche, die in der Regel täglich einmal, meist mittags vorgenommen werden. Außerordentliche Pegelablesungen finden bei Hochwasser statt, zweistündlich oder noch öfter. Maximumpegel sind solche, wo der Schwimmer mit in die Höhe steigt, um dann beim höchsten Stand des Wassers durch eine Klinke festgehalten zu werden; umgekehrt heißt ein nur den tiefsten Wasserstand anzeigender Apparat Minimumpegel. Als Abart des einfachen Pegels hat die Pegeluhr zu gelten. Hier geht von dem Schwimmer eine Kette oder ein feiner Metalldraht nach aufwärts, der in der Höhe über eine Rolle geführt wird und am anderen Ende durch ein Gegengewicht die notwendige Spannung erhält. Das Steigen oder Fallen des Wassers setzt die Rolle in Bewegung und gelangt durch eine Räderübersetzung die Drehung an einem Zeiger zum Ausdruck. So läßt sich an einem Zifferblatt der Wasserstand ablesen. Für die Schiffahrt wird das Zifferblatt oft sehr groß gehalten, damit der Wasserstand auch in großer Entfernung abgelesen werden kann. Es gibt auch Pegeluhren, die den maximalen und minimalen Wasserstand durch besondere Zeiger ablesen lassen. Zum Ablesen auf weite Entfernungen eignet sich besonders der Rollbandpegel.

Eine besondere Gruppe bilden die selbsttätig registrierenden Pegel, auch Wasserstandszeichen genannt. Hingewiesen sei hier auf den Druckluftpegel, System Seibt-Fueß, ferner auf die elektrischen Fernpegel und auf die selbsttätigen Lichtbildpegel, welche den jeweiligen Wasserstand photographisch festhalten. Bei den Hochwasserständen unterscheidet man den höchsten bekannten Stand (H.H.W.) und das normale Hochwasser, d. h. das Mittel aller in einem langen Zeitraum, etwa 30—50 Jahre beobachteten Jahreshochwasserstände (H.W.). Winterhochwasser (W.H.W.) und Sommerhochwasser (S.H.W.) stellen in unserm Klima das arithmetische Mittel aller im Winter oder im Sommer über dem Mittelwasserstande gelegenen Monatswasserstände dar. Der Mittelwasserstand (M.W.) ist der absolute mittlere Wasserstand aller Monatswasserstände eines langen Zeitraumes. Gelegentlich werden in Deutschland auch Wintermittelwasser (W.M.W.) und Sommermittelwasser (S.M.W.) unterschieden, d. h. das arithmetische Mittel aller Wasserstände in den Winter- oder Sommermonaten eines langen Zeitraumes. Nicht zu verwechseln mit dem Mittelwasserstand ist der „gewöhnliche Wasserstand" (G.W.), der an ebenso viel Tagen des Jahres überschritten als unterschritten wird und der auf Grund von Beobachtungen eines längeren Zeitabschnittes aus Berechnungen gewonnen wird. Der Niedrigwasserstand (N.N.W.) stellt das in einem langen Zeitraum beobachtete kleinste Wasser dar, während als das „gemittelte Niederwasser" (M.W.) das arithmetische Mittel aller unter dem Mittelwasserstand gelegenen Monatswasserstände gilt.

Die Landesanstalt für Gewässerkunde veröffentlicht jeden Monat im Zentralblatt der Bauverwaltung die allmonatlich ermittelten Wasserstände und zwar den Wasserstand N.W., M.W. und H.W., ferner das Jahresmittel von M.N.W., M.W. und M.H.W. Die Veröffentlichung schließt alle größeren preußischen Flüsse ein und zwar geben folgende Pegelstellen die feststehende Grundlage hierfür.

Digitized by Google

Memel Pegelstelle Tilsit, Pregel Pegelstelle Insterburg, Weichsel Pegelstelle Thorn, Oder Pegelstellen Ratibor und Frankfurt; Warthe mit Landsberg, Netze mit Vordamm, Elbe mit Barby und Wittenberge, Saale mit Trotha U.P., Havel mit Spandau U.P. und Rathenow U.P., Spree mit Kersdorf U.P., Weser-Minden, Aller-Westen, Ems-Lingen, Rhein mit Maximilian-Au, Kaub und Köln, Neckar-Heilbronn, Main-Hanau und Mosel mit Trier. Für die Schiffahrt bedeutet die vom Pegel angegebene Höhe des Wasserspiegels nicht zugleich die Fahrwassertiefe, da beispielsweise Baggerungen oder sonstige Abweichungen des Flußbettes in der Pegelmessung keine sichtbare Berücksichtigung finden. Dennoch dienen die Pegelmessungen jedem Schiffer zur Richtschnur. So ist für den Rhein der Pegelstand zu Kaub für die Gebirgsstrecke maßgebend, da hier die am wenigsten tiefe Strecke des Rheines liegt. Der Kauber Pegelstand spielt daher als Wasserstandsklausel für die Gestaltung der Schlepplöhne und Kahnfrachten auf dem Rhein eine wichtige Rolle.

Die praktische Bewertung der Wasserstandszahlen findet dadurch eine gewisse Erschwerung, daß die Pegelnullpunkte als die Grundlage der Berechnung keine allgemeine gleiche sachliche Bedeutung besitzen. So zeigt die Zahl 2 m am Elbpegel Dresden Hochwasser an, während der Elbpegel Wittenberge in diesem Fall Mittelwasser bedeutet; am Rheinpegel Mannheim verkörpert diese Zahl dagegen Niedrigwasser, während sie am Rheinpegel Bingen wieder Mittelwasser veranschaulicht. Dieser Uebelstand läßt sich nicht beseitigen, da sich die Größe des Stromquerschnittes von Strecke zu Strecke ändert, wodurch auch die Ausschlagweite der Wasserstände verschieden wird. Der Vergleich der Pegelzahlen bleibt daher in der Hauptsache auf die betreffende Pegelstelle begrenzt. Das „Jahrbuch" gibt daher bei den jährlich neu hinzutretenden Wasserständen eine größere Zahl bezeichnender Mittel- und Grenzwerte der früheren Jahre. So weist das Jahrbuch 1911 unter den Vergleichszahlen für etwa 400 Pegel auch die Monatsmittel aus der Jahresreihe 1896 bis 1910 nach, so daß hierdurch die verschiedensten Vergleichungen ausgeführt werden können. Man kann hierdurch den jährlichen Gang der Wasserstände an den einzelnen Flüssen ermitteln und verfolgen. Um die Wasserstandsmessungen hat sich besonders Prof. Dr. K. Fischer als Mitglied der Landesanstalt verdient gemacht.

Die alljährlich von der Landesanstalt für Gewässerkunde durchgeführten Arbeiten werden in dem „Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands" veröffentlicht, so daß dieses Jahrbuch den literarischen Mittelpunkt für alle wasserwirtschaftlichen Fragen und Aufgaben Preußens bildet. In der Wasserwirtschaft fällt der Wasserstatistik eine bedeutende Rolle zu, da durch sie erst wissenschaftliche Untersuchungen über die Wasserführung möglich werden. Bei der Wasserstatistik handelt es sich hauptsächlich um die systematische Beobachtung und Aufzeichnung der Wasserstände und Abflußmengen. Während die Messung der Wasserstände keine besonderen Schwierigkeiten bereitet, erfordern die Messungen der Abflußmengen langwierige und kostspielige Arbeiten. So wurden in den Jahren 1901 bis 1907 ausgedehnte Abflußmessungen durch die Rheinstrombauverwaltung zu Koblenz ausgeführt. Bringt man die Abflußmengen und Wasserstände miteinander in Verbindung, so läßt sich nach einer Formel die gesamte Abflußmenge irgendeines Zeitraumes berechnen. Es bleibt aber zu berücksichtigen, daß ein vorhandenes Gefälle auf steigendes Wasser einen anderen Einfluß ausübt als auf fallendes Wasser. Auch die Wassertemperatur beeinflußt die Geschwindigkeit des Abflusses, da wärmeres Wasser schneller als kaltes fließt. Endlich haben auch die Aenderungen der Flußsohle ihre Bedeutung. Man rechnet daher auf den verschiedenen Stromstrecken mit bestimmten Abflußmengenlinien, die den Verhältnissen Norddeutschlands entsprechend meist für ein Jahr beibehalten werden.

Das Jahrbuch enthält außerdem Nachweisungen von Gefällaufnahmen, Querschnittaufnahmen und Beobachtungen der Wassertemperatur. Eine besondere wissenschaftliche Würdigung durch die Landesanstalt haben in den letzten Jahren die Grundwasserstände gefunden, die jetzt an zahlreichen Stellen eine regelmäßige Beobachtung finden. Man hat wichtige Beziehungen zwischen Grundwasser und Flußwasser erkannt und ist damit die weitgehende Bedeutung des Grundwassers für unsere Wasserwirtschaft klar geworden. Die Organisation der Grundwasserbeobachtungen wurde im wesentlichen durch den Geologen der Landesanstalt Prof. Dr. Friedrich Vogel geschaffen, der leider als Landwehrhauptmann am 13. Januar 1915 bei einem Sturmangriff in den Kämpfen bei Soissons an der Spitze seiner Kompagnie gefallen ist. Die planmäßigen Beobachtungen der Grundwasserstände wurden in Preußen bereits seit Gründung der Landesanstalt durchgeführt. Schon 1900 hatte der Minister der öffentlichen Arbeiten die Hochbauämter angewiesen, eine Zusammenstellung aller staatseigenen Brunnen mit Angabe der Tiefe des Wasserspiegels auf Grund einer einmaligen Messung zu schaffen. Diese Brunnenverzeichnisse, ständig ergänzt, wurden 1911 der Landesanstalt für Gewässerkunde zur Bearbeitung überwiesen. Da die Landwirtschaft an Grundwasserbeobachtungen ein besonderes Interesse hatte, so wurden vom Landwirtschaftsministerium Mittel zur Verfügung gestellt, um versuchsweise solche Beobachtungen in den Niederungen Luckenwalde und Brandenburg einzurichten. Hierbei ergab sich eine wertvolle beratende Mitwirkung der Kgl. Geologischen Landesanstalt und der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin. Von Nutzen waren auch jene Grundwasserbeobachtungen, welche die Landesanstalt für Gewässerkunde seit 1908 im Auftrage der Landwirtschaftskammer zu Halle in der Provinz Sachsen ausführte. Anfänglich erfolgten die Beobachtungen an etwa 70 Brunnen, meist Hausbrunnen, und zwar wurden als ortsansässige Vertrauensmänner meist Lehrer und Gemeindevorsteher gewählt, die wöchentlich nach Anleitung der Landesanstalt die Messungen vornahmen, die gesammelt an derselben bearbeitet wurden. Mit dem Jahre 1914 begann die Landesanstalt einen sich später über ganz Preußen erstreckenden Beobachtungsdienst des Grundwasserstandes einzurichten, der an den verschiedenen staatlichen Brunnen von den Beamten der Hochbauämter ausgeübt wird. Der Weltkrieg hat diese Beobachtungen durch Einberufung von Beamten wohl erschwert, aber nicht aufgehoben. Im Frühjahr 1917 übernahm die Landesanstalt die Beobachtung von 43 Pegelrohren, die der Schutzverband für die Berliner Grunewaldseen unter Leitung der Geologischen Landesanstalt hatte errichten lassen. Die Regierung hatte die Mittel zur weiteren Beobachtung zur Verfügung gestellt, da der Grunewald in wissenschaftlicher Beziehung ein ausgezeichnetes Beobachtungsgebiet darstellt. In den Kreis der gleichen Beobachtungen werden auch verschiedene Pegelrohre gezogen, welche die Charlottenburger Wasserwerke A.-G. im Grunewald gesetzt haben. Weiter hat sich die Landesanstalt jene Untersuchungen nutzbar gemacht, die von den Wasserbauverwaltungen hinsichtlich des Grundwassers durchgeführt wurden. Nach Dr. W. Kochne verfügte die Landesanstalt im Jahre 1918 über 579 Beobachtungsstellen. Wenn auch die wissenschaftlichen Untersuchungen der Grundwasserstände mit Rücksicht auf die verhältnismäßig kurze Zeit sich noch in steter Bewegung befinden, so liegen doch einige grundlegende Ergebnisse bereits vor. So ist in den kühleren Monaten stets ein Ansteigen des Grundwassers zu beobachten, da hier das Wachstum der Pflanzen ruht, dagegen tritt in den wärmeren Monaten ein Fallen des Grundwassers ein. Die Geländeoberfläche hat auf den Grundwasserstand einen entscheidenden Einfluß. Die Nähe eines Flusses pflegt den Grundwasserstand der Umgebung in der Regel nicht unerheblich zu beeinflussen. Erst wenn das gesamte umfangreich vorliegende Material aller Grundwasserbeobachtungen in einer erschöpfenden wissenschaftlichen Bearbeitung vorliegen wird, dürfte sich zeigen, wie wertvoll diese zur Erkenntnis unseres unterirdischen Wasserhaushalts ist. Besonders für eine wirtschaftliche Wasserversorgung von Stadt und Land werden diese Forschungen zweckmäßig und von großem Nutzen sein. So erweist sich die Landesanstalt für Gewässerkunde als ein wert-

Digitized by Google

volles Glied in jener Reihe von Staatsanstalten, die in ihren Arbeiten letzten Endes der Förderung der Volkswohlfahrt dienen. (W. 160.) Dr. P. Martell.

Wasserkraftanlagen

Beginn der Wasserstauung am Spullersee. Nachdem im Laufe dieses Sommers die Arbeiten an den Sperrmauern und an der Oberwasserführung trotz aller Ungunst der Witterung planmäßig gefördert worden waren, ist nunmehr mit dem Aufstauen des Spullersees begonnen worden. Mit diesem wichtigen Bauereignis bereitet sich die Vollendung der ganzen Kraftwerksanlage vor, so daß mit Beginn des nächsten Jahres die zur schrittweisen Aufnahme des elektrischen Betriebes auf der Arlbergstrecke Landeck-Bludenz erforderliche Wassermenge verfügbar sein wird. Die Absenkung des Spullersees, die zur Durchführung der wasserbaulichen Herstellungen notwendig war, erfolgte Mitte 1920. (W. 247.)

Talsperren bei Sč̆ und an der Thaya. Mit dem Bau der Talsperre bei Sč̆ am Chrudimka-Fluß wurde dieser Tage begonnen. Gefahr von Ueberschwemmungen wird dadurch in Zukunft wesentlich vermindert sein; außerdem werden 3000 PS Wasserkräfte gewonnen, die zur elektrischen Energieerzeugung dienen werden. Auch bei der Talsperre bei Vrano an der Thaya sind die Arbeiten bereits in vollem Gange. Diese Talsperre wird es ermöglichen, 8500 Hektar wertvollen Bodens, der jetzt unbearbeitet liegt, durch künstliche Bewässerung auszunützen. Die Baukosten sind mit 120 Millionen Kronen veranschlagt, wovon 87 Millionen auf die Talsperre und 15 Millionen Kronen auf das Elektrizitätswerk entfallen. (Techn. Rundschau und Anzeiger 1924, H. 19.) (W. 236.)

Die Wasserkraftprojekte Griechenlands. Im folgenden seien kurz die Hauptdaten wiedergegeben:

1. Gorgopotamos. Wasserfassung rund 1300 m. ü. M. Rohgefälle 1040 m. Für die Ausnutzung sind zwei Stufen vorgesehen; mittlere Ausflußmenge: Sommer: 200 l/sek.; November: 1200 l/sek. Bei der am unteren Teil des Flusses bestehenden Anlage werden rund 1000 PS gewonnen; zwei weitere Werke von gleicher Leistung sind bei kleinstem Aufwand ausbaubar.

2. Fidaris. Die topographischen und geologischen Verhältnisse sind hier sehr günstig, so daß eine Energieausnützung vorgenommen werden kann, trotzdem der Fluß im Sommer zu einem unansehnlichen Bach zusammenschrumpft.

Abflußmenge: 9 m³ sek. Bei Errichtung einer Sperrmauer kann das Betriebswasser in einem 3,2 km langen Stollen nach Westen geführt werden, um ein Nettogefälle von 186 m auszunützen. Daraus ergibt sich eine Konstantleistung von 18 500 PS ab Turbine. Die Gestehungskosten für die kWh ab Zentrale werden zu etwa sieben Schweizer Rappen angegeben.

3. Acheloos. Nach Boucher können hier, ohne das Gebiet des Oberlaufes in Betracht zu ziehen, etwa 50 000 PS gewonnen werden. Die Kraftabsatzmöglichkeiten sind jedoch vorläufig nicht günstig.

4. Luros. Vor allem die Quellen von St. Georg kommen hier in Frage. Bei einem Betriebswasser von 7 bis 10 m³/sek. und einem Nettogefälle von 63 m können 7000 PS gewonnen werden, wofür das Absatzgebiet vorhanden ist.

5. Kalamas. Es sind drei Gefällstufen entsprechend 16 000 PS bzw. 6000 PS und 2000 PS; auch hier sind jedoch die Absatzmöglichkeiten vorerst nicht befriedigend.

6. Die Quellen von Weltsista. Wassermenge: 2 bis 4 m³/sek. Nettogefälle 90 m; Zuleitung 21,1 km. Diese, bei wenigen Mitteln ausbaubare Anlage, wäre imstande, den Energiebedarf der Stadt Jannina ohne weiteres zu decken.

7. Haliakmon. Erste Anlage: vor Eintritt des Flusses in die Ebene von Saloniki.

Zweite Anlage: etwa 16 km flußaufwärts. Es sind in beiden Projekten Akkumulierungen vorgesehen, die das mittlere jährliche Betriebswasser auf 45 m³/sek. regulieren. Maximales Nutzgefälle für beide Projekte: 79 m. Es können gewonnen werden: Erste Anlage: 34 000 PS ab Turbine, zweite Anlage: 39 000 PS ab Turbine.

8. Quellflüsse von Verria. Abflußmenge etwa 2 m³/sek. Nettogefälle 307 m; entsprechend 6500 PS; dem Ausbau steht jedoch die Schwierigkeit entgegen, daß das gesamte Wasser im Sommer zur Bewässerung benutzt wird. Schürmann entwarf daher ein kleineres Kraftwerk für die Stadt Verria; ausgenutzt wird dabei ein Gefälle von 10,4 m. Zwei Maschinengruppen von je 100 kVA Drehstrom von 5000 Volt Uebertragungsspannung werden auf 3,8 km nach Verria übertragen und dort auf eine Verbrauchsspannung von 380 und 220 Volt heruntertransformiert.

9. Die Quellen der Arabissa (nach Boucher). Das Wasser soll am Flusse der Durla erfaßt werden und durch Stollen und Druckleitung in einer 230 m hohen Gefällsstufe den Turbinen zugeführt werden. Die Leistung wird zu 7300 PS angegeben. Die Wirtschaftlichkeit dieser Anlage ist ganz außerordentlich; die Gestehungskosten für die kWh werden zu höchstens drei Schweizer Rappen angegeben.

Ein Projekt von Schürmann von 1000 PS für die Stadt Niaussa war bereits im vorigen Jahre im Bau.

10. Der Wodas. Es sind zwei Gefällsstufen vorgesehen Die obere (Projekt Jennidunias) gibt bei 5 m³/sek. 7400 PS, während die untere (Projekt Boucher) bei 6 m³/sek. 8800 PS gewinnen läßt. Die Wasserfernleitung ist in beiden Fällen 2,7 km. Die Anlagen könnten der etwa 90 km entfernten Stadt Saloniki (zurzeit Kohlenkraftwerk) ohne weiteres 10 Millionen kWh jährlich abgeben.

Zusammenstellung (nach Schürmann)

	Name des Flusses	Leistung in PS
Alt-Griechenland	Oberer Gorgopotamos	2 000 (bis 8 000)
	Unterer „	3 000
	Mornos	8 000
	Fidaris	18 500
	Acheloos	50 000
	Glafkos	1 000
Epirus	Luros	7 000
	Kalamas	24000
Makedonien		
	Mittellauf des Haliakmon (n. Boucher)	73 000
	Oberlauf „ „ (geschätzt)	40 000
	Triapotamos (Verria)	6 500
	Arabissa (Niaussa)	7 300
	Wodas (b. Vlado und Vodena)	16 200
	Total hydraulisch	256 500 PS

Griechenland ist heute gezwungen, die für die Erzeugung der erforderlichen elektrischen Energie nötigen Betriebsstoffe fast ausnahmslos vom Auslande zu beziehen; die Summen, die hierfür jährlich aus dem Lande gehen, sind verhältnismäßig ungeheuer. Dabei sei bemerkt, daß die vorhandenen Anlagen in keiner Weise den Bedarf zu decken vermögen. Daher ist für Griechenland die Nutzbarmachung der Wasserkräfte von geradezu vitaler Bedeutung. Es läßt sich klar erkennen, daß, sobald die Möglichkeit der Erzeugung billiger Energie vorhanden ist, der Konsum auf ein Vielfaches steigen wird. Die Ausnutzung der Wasserkräfte bildet somit die Voraussetzung für die weitere Entwicklung Griechenlands, sowohl in wirtschaftlicher, als auch in kultureller Hinsicht. (Aus: Hellas[1]).) (W. 243.) Z. P. Z.

Elektrotechnik

Die neuen Regeln über elektrische Maschinen usw. des Verbandes deutscher Elektrotechniker, welche für die ab 1. 1. 1925 in Bau genommenen Maschinen und Transformatoren gelten, weisen eine Reihe von zum Teil einschneidenden Veränderungen gegenüber den „Normen" auf. Die hauptsächlichsten Unterschiede, soweit sie für Kraftwerkszubehör Bedeutung haben, seien in Kürze erwähnt. Es wird zunächst geschieden in 1. Maschinen (außer für Bahnzwecke), 2. Transformatoren (außer für Bahnzwecke),

[1]) Hellas, Organ der deutsch-griechischen Gesellschaft. Richard Pflaum Verlag, München.

Digitized by Google

3. Maschinen und Transformatoren für Bahnzwecke; demgemäß sind die Abkürzungen für die einschlägigen Regeln: 1. R. E. M., 2. R. E. T., 3. R. E. B. — In den Regeln für elektrische Maschinen ist der Drehsinn nach rechts, von der Antriebsseite aus gesehen, als normal eingeführt. Bisher mußten die Maschinen, soweit nicht wegen Antriebes durch Wasserturbinen 80 Prozent oder mehr Ueberdrehzahl vereinbart waren, mechanisch für 15 Prozent Ueberdrehzahl gebaut bzw. geprüft sein. Die neuen R. E. M. schreiben nun eine Schleuderprobe vor, welche für die verschiedenen Maschinenbauarten zwischen 20 und 80 Prozent liegt, für Turbogeneratoren 25 Prozent beträgt, wobei für Dampfturbinen ein bei 10 Prozent Drehzahlerhöhung sicherwirkender Schnellschluß verlangt wird, da höhere Schleuderdrehzahlen einen oft ungünstigen Bau ergeben und der Generator nicht auf Kosten einer solchen, streng genommen, doch noch problematischen mechanischen Sicherheit verschlechtert werden soll.[1]) — Nach den neuen Regeln müssen Generatoren noch bei 25 Prozent Ueberlastung die normale Spannung halten (bisher bei 15 Prozent Ueberlastung), als normale Leistungsfaktoren sind cos φ = 1, 0,8, 0,7 und 0,6 vorgesehen. Für die Isolationsprüfung ist die Sprungwellenprobe mit Einstellung der Kugelfunkenstrecke auf die 1,1fache Spannung vorgeschrieben worden, durch diese in den meisten anderen Ländern noch nicht eingeführte Verschärfung ist die Sicherheit der auf den 15fachen Betrag des Nennstromes (Scheitelwert) nach oben hin begrenzt. — Die Erwärmung wird grundsätzlich und bei allen Wicklungen, wo dies möglich ist Wicklungsisolation gegen die gewöhnlichen Betriebsüberspannungen gewährleistet. — Der Stoßkurzschlußstrom ist (ausgenommen zum Beispiel bei Stabwicklungen mit sehr geringem Widerstand, aus der Widerstandszunahme bestimmt, soferne nicht mit Thermometer eine höhere Erwärmung gemessen wird, die Erwärmungsgrenzen für die einzelnen Isolierstoffe sind entsprechend ihrer Wärmebeständigkeit neu aufgestellt worden. Für die bisher unsichere Ermittlung der zusätzlichen Verluste und der Bürstenübergangsverluste sind neue einfache rechnerische Bestimmungen aufgestellt worden. — Transformatoren werden ebenfalls durch die Sprungwellenprobe mit 1,1facher Spannung geprüft, sie müssen einen plötzlichen Kurzschluß an den Sekundärklemmen bei voller Primärspannung ohne Schaden aushalten. (W. 245.) Rdl.

[1]) Ueber die Mittel zur Verringerung der Schleuderdrehzahl von Wasserturbinen-Generatoren und deren Berechtigung vgl. Reindl, Schutz gegen das Durchgehen von Wasserturbinen, Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien; 1923, H. 39 und 40, S. 566 und 582.

Kurze Nachrichten

Wasserkraft- und Elektrizitätswerk für Freital. Das Elektrizitätswerk in Freital-Deuben läßt zur Ausnutzung der Wasserkraft der Weißeritz unterhalb der Klingenberger Talsperre eine neue Kraftanlage errichten. Es werden ein Stauwehr an der Weißeritz, an der Ochsen(-Niedermühle) bei Dorfhain und ein vier Kilometer langer Felsentunnel bis zum Breiten Grund hergestellt, wo das Wasser mit etwa 70 Meter Gefälle zum Antrieb einer Turbine für die Erzeugung elektrischen Stromes verwendet wird. Die Dauer der Arbeit wird auf eineinhalb Jahre berechnet. Durch das neue Werk erhofft man eine Leistung von fünf Millionen Kilowattstunden zu erzielen. Im Januar 1926 soll es in Betrieb genommen werden.

Ein neues Kraftwerk in der Rheinprovinz. Das große neue Kraftwerk an der Saar, das von der Gesellschaft für Kraftversorgung der südlichen Rheinprovinz geplant ist, hat die Vorarbeiten so weit gefördert, daß mit dem Bau sofort begonnen werden kann. Das Stauwerk ist für eine Lieferung bis zu 33 Millionen Kilowattstunden projektiert und wird einen Gesamtkostenaufwand einschließlich der Fernleitungen von 8 Millionen Goldmark, erfordern. Die Bauzeit wird zwei bis zweieinhalb Jahre betragen. Zugleich ist Rücksicht genommen auf eine etwaige Saar- und Mosel-

WASSERABDICHTUNG

BEI TALSPERREN UND ANDEREN WASSERBAUTEN.

SPEZIALVERFAHREN

MIT ZEMENTINJEKTIONEN IN BOHRLÖCHER
UNTER HOHEM DRUCK.

SVENSKA DIAMANTBERGBORRNINGS A.-B.
STOCKHOLM 16 SCHWEDEN

Digitized by Google

kanalisierung, indem eine Schleuse für Saarschiffe bis zu 300 Tonnen vorgesehen ist. —

Neues Egerkraftwerk. Im August d. J. ist das neue Egerkraftwerk bei Kaaden a. d. Eger in Betrieb gesetzt worden. Es wird das größte Kraftwerk in Deutsch-Böhmen sein; eine ganze Reihe deutscher Städte, Vereinigungen von Bezirken und Interessenten haben sich an seiner Errichtung beteiligt. Die Leistung des Werks wird auf 35 Millionen kWh geschätzt. Mit diesem Werk ist einer der wichtigsten Wasserfälle der Eger ausgenützt. —

Die Stadtgemeinde **Reutlingen** (Wttbg.), welche ein neues Wasserkraft-Elektrizitätswerk mit Hochdruckspeicheranlage erbaut, hat vom württembergischen Staatsministerium das ihr unterm 29. Februar 12 erteilte Recht zur Zwangsenteignung auf das weitere Grundeigentum ausgedehnt erhalten, das hiefür in den Markungen Lustnau und Kirchentellinsfurt nötig ist.

Die Okertalsperre. Die Talsperre soll in unmittelbarer Nähe des Romkerhaller Wasserfalles gebaut werden und in erster Linie der Wasserversorgung des Mittellandkanals dienen, ferner der Erzeugung elektrischer Energie und der Beseitigung der Hochwassergefahr im Flachlande. Das Staubecken, das in einige Täler hineingreift, wird 411 m über dem Meeresspiegel liegen. Es wird 35 Millionen cbm Wasser enthalten. Die Sperrmauer wird 65,5 m hoch, 7,70 m breit und 200 m lang werden. Ueber diese Mauer muß die Provinziallandstraße hinweggeführt werden. Das Staubecken greift in das Gemketal hinein nach Unter- und Mittelschulenberg mit zusammen 30 Siedlungen. Diese müssen abgebaut und neu ersetzt werden. Ebenso müssen die vorüberführenden Landstraßen höher gelegt werden. In Verbindung mit der Talsperre soll an einer romantisch schönen Stelle des Okertales ein Kraftwerk gebaut werden. Außerdem ist noch der Bau eines Ausgleichsbeckens geplant, das 150 000 cbm Wasser fassen soll. Es soll von einer 16,5 m hohen und 2 m breiten Mauer abgestaut werden. Ueber die Finanzierung und die wahrscheinliche Inangriffnahme des Talsperrenbaues ist in der Denkschrift nichts gesagt. Da aber die Fortführung des Mittellandkanals aus finanziellen Gründen ins Stocken geraten ist und die Aussichten für die Vollendung des Baues schlecht sind, ist kaum damit zu rechnen, daß der Bau dieser Talsperre schon im nächsten Jahre beginnen wird. (W. 256.)

Die Goldentraumer Talsperre steht nun kurz vor ihrer Vollendung. Sobald Herbstregen einsetzen wird, beabsichtigt man, die abfließenden Wasser zu stauen. Der Stau wird bis über die Heidemühle, die abgebrochen und in Flinsberg neu aufgebaut werden soll, reichen. Interessant ist die Ableitung der Talsperrenmauer beim höchsten Stau im Vergleich zur Wasserabteilung der Marklissaer Talsperre. Während bei der letzteren die überfluteten Wasser sich in einen übergitterten Ablaufstollen stürzen, fließen bei der Goldentraumer Sperre die Ueberflußwasser durch einen in den Fels gesprengten Graben rechts und links der Sperrmauer ab, um sich dann wasserfallähnlich in die Tiefe zu stürzen. Durch die Felsnase des Loreleifelsens, den die neue Wasserabflußader durchquert, hat man einen tunnelähnlichen Durchgang geschaffen. Niederschlesien besitzt nunmehr drei große Wasserkraftanlagen und zwar die Talsperre in Marklissa, Mauer und Goldentraum. Auch in Oberschlesien ist eine große Anlage und zwar bei Ottmachau geplant; allerdings in wesentlich anderer Form. Da dort leider aber große Flächen fruchtbaren Ackers dem Wasser zum Opfer fallen sollen, wäre die Nichtausführung dieses Projektes in wirtschaftlicher Hinsicht allerdings zu begrüßen. (W. 222.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserbau. Grundsätze für die Prüfung und Ausführung von großen Staumauern des fran-

Digitized by Google

zösischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten (Barrages-réservoirs de grande hauteur. Méthode á suivre dans l'étude et l'exécution). Circulaire du 19. octobre 1923. — Annali delle utilizzazione delle acque 1924, fasc. 1, S. 109 bis 151 (Vorschriften und Rechnungsgang für die Prüfung von Staumauern).

— Die Temperaturverhältnisse unserer Schweizer Seen. Von Dr. Brutschy. — Natur u. Technik 1924, H. 6, S. 163—168, mit 5 Abb. — (Gründe für die Verschiebung der Wasserschichten verschiedener Temperatur, jahreszeitlicher Verlauf, Eisbildung. Verschiedenes Verhalten der Seen. Einfluß auf die Organismenwelt und das Klima der Umgebung.)

— Holzrohrleitungen. — Hoch- und Tiefbau 1924, H. 37, S. 326—328, und H. 38, S. 337—339, mit 7 Abb. — (Frühere Anwendung für Brunnenleitungen; Verhalten von Holz, Zement und Eisen gegen Säuren usw.; Herstellung und Verlegung der fertigen und kontinuierlichen Holzrohre, Anschlüsse.)

— Bodensee-Regulierung, Hochwasserschutz, Kraftnutzung und Schiffahrt. Von C. und E. Maier. — Schweiz. Bauztg. 1924, Bd. 84, H. 15, S. 180—183 und H. 16, S. 189—191, mit 7 Abb. — (Zweck der Bodensee-Regulierung, Oberrhein-Korrektion, Regulierwehr bei Rheinklingen mit Kraftwerk, Erhöhung der Leistung des Kraftwerkes Schaffhausen, Kosten und Nutzen der Regulierung. Jährlicher Leistungsgewinn 250 Millionen kWh in den bestehenden und zukünftigen Kraftwerken.)

— Veröffentlichungen über Starkregen in Deutschland. Von K. Fischer. — Zentralblatt der Bauverwaltung 1924, H. 43, S. 369—372. — (Zusammenstellung bekanntgewordener Sturzregen unter besonderer Anlehnung an die Beobachtungen der bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde; Dauer, Grenzen, Ausdehnung, Beziehungen zur Wetterlage. Ausführliche Literaturangaben.)

— Abfluß des Wassers über und unter Staukörpern. Von Rob. Kado. Berlin. „Der Bauing." 1924, Heft 16, S. 513—516, 8 Abb. (Beschreibung von Versuchen im Wasserbaulaboratorium der Techn. Hochschule Berlin und Mitteilung der Ergebnisse. Bei Flußverbauungen wird unter gewissen, näher angegebenen Voraussetzungen nur ein Drittel der Energie, welche zur Erzeugung der Maximalgeschwindigkeit, welche an der engsten Stelle erforderlich ist, durch Reibung verbraucht.)

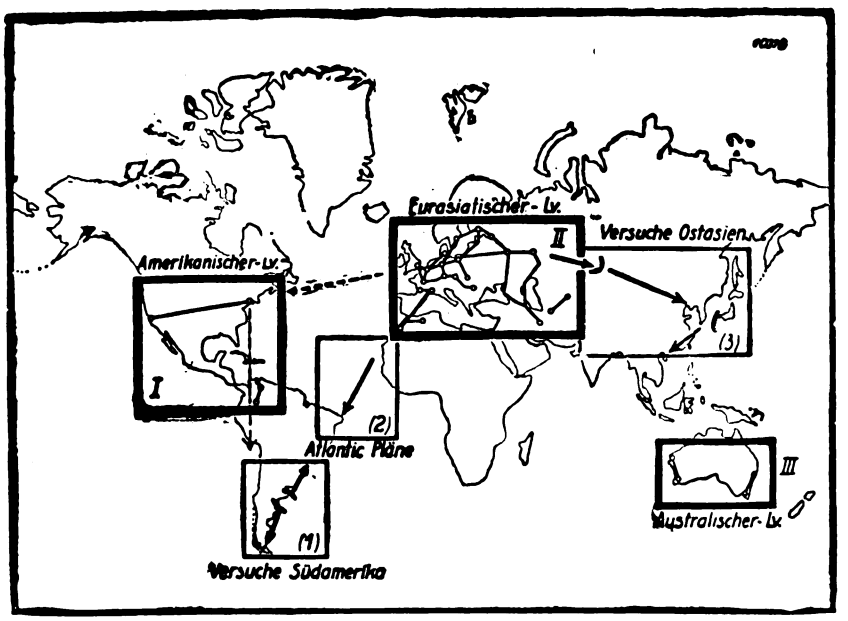
Wasserkraftmaschinen. Die Propellerturbinen des Werkes Wynau (Schweiz). Von C. D. Le Génie Civil. Nr. 7 vom 16. 8. 24, S. 151—154; 8 Abb. Beschreibung der als Ersatz für die veralteten Turbinen eingebauten Propeller-Turbinen mit vierflügeligem Laufrad, die unter stark schwankendem Gefälle — 2,50 bis 5,20 m arbeiten und bei 107 Uml./Min. max. je 2700 PS leisten; max. Wirkungsgrad nach Versuchen 89 v. H.)

Der Energieverlust durch die Entlastungsvorrichtungen von Wasserturbinen. (Energie perdue par les organes de décharge des turbines hydrauliques.) Von I. Calame. — Bulletin technique de la Suisse Romande, 1924, H. 16, 18 und 19, S. 197—201, 228—232 und 237—241, mit 15 Abb. (Untersuchung der Wasserverluste durch Nebenauslaß und durch Ablenker; Berichtigung von Fehlern; Belastungsverteilung zwischen den Maschinen; Zahlenbeispiele: Nachrechnung der Zentrale Spiez (Spiralturbinen mit Synchronauslaß, mittlerer Wasserverlust 0,87 v. H.), Kandergrund (Nadel mit Schwenkdüse, 0,22 v. H.) und Ritom (Nadel mit Ablenker, 0,15 v. H.); Zusammenfassung: der Wasserverlust ist praktisch vernachlässigbar.)

Die Propellerturbinen der Wasserkraftanlage Wynau. (Les turbines à hélice de l'Usine Hydroélectrique de Wynau.) Par ingr. en chef Hofmann.

FISCHER VON POTURZYN

Der Weltluftverkehr 1923/24



Die hochinteressante Schrift gibt, unterstützt durch Abbildungen, Tafeln usw. einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Stand des Weltluftverkehrs. Besondere Beachtung dürfte der Abschnitt „Flugpläne und Gesellschaften 1924" finden, der das gesamte Material nach dem Stande vom 1. September 1924 bietet.

* *

Preis broschiert Mk. 1.50

*

RICHARD PFLAUM VERLAG A.G. MÜNCHEN

Digitized by Google

— Bull. techn. de la Suisse rom. 1924, H. 17, S. 209—214, mit 7 Abb. (Beschreibung der vierflügeligen Propellerturbinen für 2700 PS, 107 Umdr., 2,4—5,2 m Gefälle; Einbau; Segmentspurlager; Versuchsergebnisse (max. 89 v. H. bei 5,2 m und $n_s = 728$.)

— Die Propellerturbinen des neuen Elektrizitätswerkes Wynau. Von Oberingenieur Hofmann. — Schweiz. Bauztg. 1924, Bd. 84, H. 15, S. 175 bis 177, mit 6 Abb. (Kurze Beschreibung der Turbinen und Regler, Versuchsergebnisse.)

— Ueber Lawaczeckturbinen. (Om Lawaczeckturbinen og dermed sammenhaengende turbinproblemer.) Av ing. C. Svala. — Teknisk Ukeblad 1924, H. 38, S. 326 bis 328 und H. 39, S. 334—336, mit 13 Abb. — (Allgemeines: spezifische Geschwindigkeit, Prinzip, Strömung und Energiegleichung, Schaufelformen, Wirkungsgrade; die Lawaczeckturbinen und Versuche damit in Lilla Edet. Diskussion zum Vortrag.)

Neue Bücher.

Beiträge zur besseren Kenntnis des Hochspannungsporzellans. Von K. H. Reichau. — Berlin 1924, Verlag Keramische Rundschau G. m. b. H. — 26 Seiten mit 7 Abb. Preis Gm. 1.—. (Kennzeichen und Materialeigenschaften, Einfluß der Herstellung und des Brennprozesses; Versuchsergebnisse hinsichtlich elektrischen, mechanischen und chemischen Verhaltens.)

Mitteilungen der Wetter- und Sonnenwarte St. Blasien. Herausgegeben von Dr. Franz Baur. Heft 3: Witterungsperioden I. Die Gesetzmäßigkeit der Schwankungen der meteorologischen Elemente. Die Periodogramm-Analyse zur Auffindung von Perioden in Witterungserscheinungen. Mehrjährige periodische Schwankungen des Luftdruckes in den Aktionszentren der Atmosphäre. Die elfjährige Temperaturperiode auf der nördlichen Halbkugel.) — (Die Abkühlungsgröße des St. Blasier Klimas. — Die Veröffentlichungen des Herausgebers 1921—1924. — 51 Seiten. Braunschweig 1924, Fr. Vieweg & Sohn A.-G.

Tibet Tief- u. Betonbau-Gesellschaft m. b. H. & Co.
München Westenriederstraße 21
Telegr.-Adr: Tibet München
Unternehmung für Tief- und Hochbau, Beton- und Eisenbeton
Fundierungen mit „Tibet-Eisenbetonpfählen" D. R. P.

Sofort ab Lager lieferbar
Rheinmetall Schmalspur-Lokomotiven
für Feldbahn- und Abraumzwecke
Generalvertretung für Bayern:
LEIPZIGER & Co., A.G.
MÜNCHEN Schwanthalerstr. 77 — NÜRNBERG Steinbühlerstr. 10/12

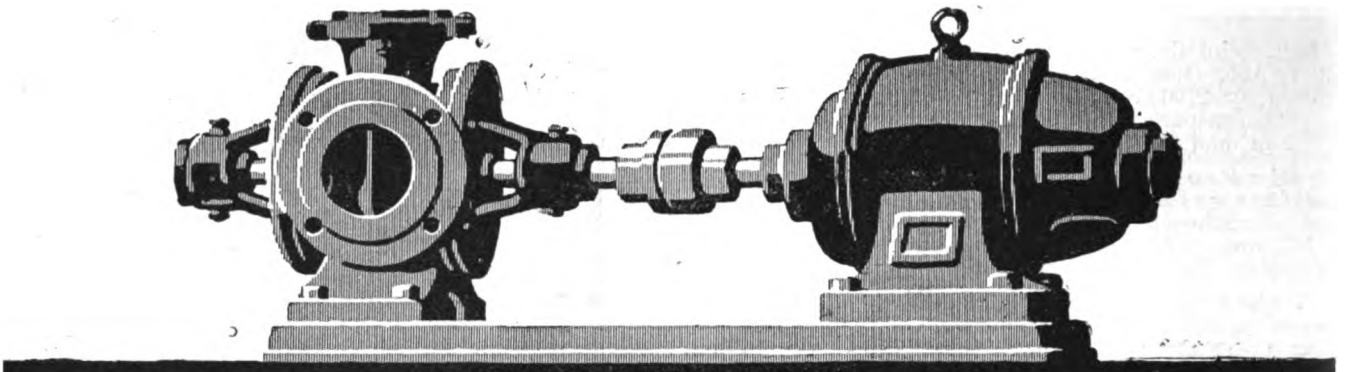
Turbinenrohre
und alle sonstigen
Rohrleitungen
bis zu den größten Abmessungen liefern kurzfristig
Gebr. Achenbach
G. m. b. H.
Eisen- und Wellblechwerke
Weidenau—Sieg
Postfach Nr. 316.

Fabrikation sämtlicher
Vermessungsinstrumente
Instrumente für das gesamte Bautach
GEORG BUTENSCHÖN
Werkstätten für wissenschaftliche Instrumente
BAHRENFELD bei Hamburg
Einrichtung von technischen Bureaus

Bei allen Anfragen bitten wir höfl. :: Bezug nehmen zu wollen auf
„Die Wasserkraft"

Turbinenrohre
Druckrohre
sowie
Rohrleitungen aller Art
genietet und geschweißt liefern:
Eisen- u. Metallwerke G.m.b.H.
FERNDORF (Krs. Siegen)

Digitized by Google



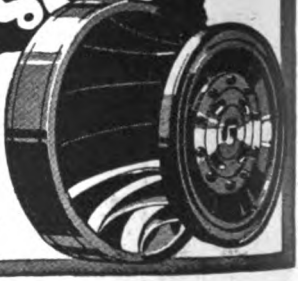
R. WOLF-KREISELPUMPEN
R. WOLF A.-G. MAGDEBURG-BUCKAU

Wir offerieren ab unserem Werk Möttingen in Schwaben
TRASS
feinster Mahlung für Wasserbauten und Betonarbeiten.
TRASSZEMENT
mauerungsfertiger Selbstbinder aus hydraulischem Kalk und Traß. Gleiche Verarbeitung wie Portlandzement. Erhärtet unter Wasser, gibt wasserdichten, rissefreien Verputz.
Bayerische Traßwerke A.G., München
Prinz Ludwigstraße 5/III Fernsprecher 28588
624

90 PS.
Wasserkraft mit Gleisanschluß
in Oberhessen
zu verkaufen.
Anfrag. unt. Chiffre 813
an die Exp. des Blattes.

BAHR'S Normograph Schriftschablonen

D.R.P. Auslandspatent. Vom Normenausschuß empfohlener Beschriftungsapp.
Kostenl. Prospekt. Neu! Paustinktur Klementine.
FILLER & FIEBIG,
BERLIN S 42

Amme, Giesecke & Konegen
A.-G.
Braunschweig
Technische Büros in
Berlin W 9, Potsdamerstr. 134 a
Königsberg i. Pr., Schleusenstr. 3 e
München, Am Karlsplatz 24
Breslau, Weidenstr. 30
Wasserkraft-Anlagen

Wasserturbinen für alle Gefälle und Leistungen,
Automatische Geschwindigkeitsregler,
Wasserstandsregler, Rechen, Schützen,
Wehranlagen.
№ 2461

LUDIN A.-G.
Ingenieurbüro für Wasserkraft, Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung
Technische, wirtschaftliche und finanzielle Beratung, Gutachten, Entwürfe, Bauleitung
Arbeitsweise nach den Grundsätzen des Vereins beratender Ingenieure (VBI)
Karlsruhe i. B. Kreuzstraße 2 Beim Schloßplatz

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 22 **München, 15. November 1924** **19. Jahrgang**

Die Wasserkraftanlage der Innwerk, Bayerische Aluminium Aktiengesellschaft.

Von Baudirektor F. Kennerknecht.

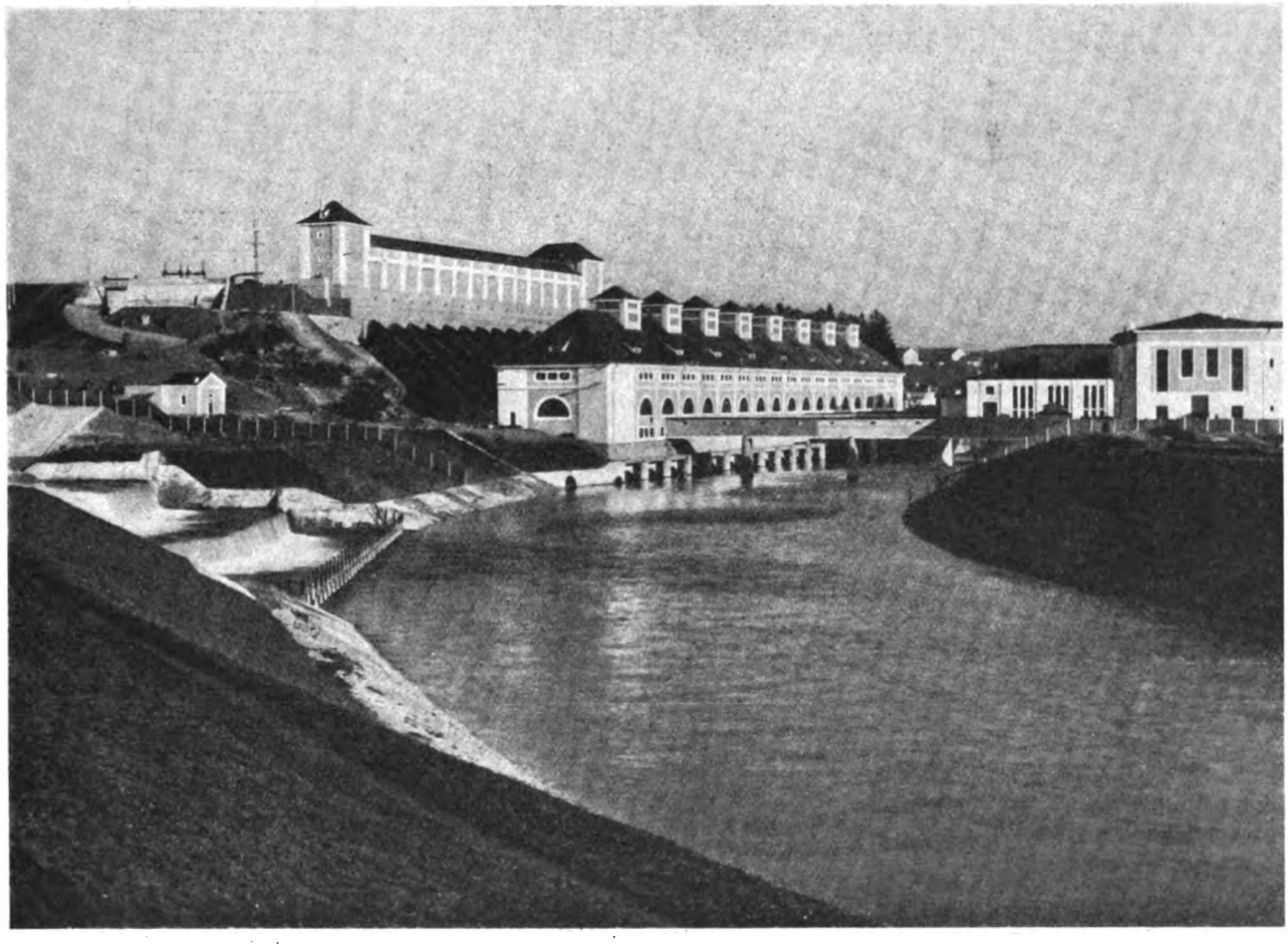


Abbildung 16. Kraftanlage Töging, Ansicht. Energievernichtungsanlage, Wasserschloss, Krafthaus und Drehstromschalthaus.

In der Zeit vom 17. bis 22. November 1924 findet in München eine Leichtmetall-Tagung statt, verbunden mit einer Vortragsfolge über Aluminium und einer Aluminium-Ausstellung. Die Veranlassung hierzu bietet die vor der Türe stehende Eröffnung des Innwerks Töging, dessen Jahreserzeugung an Aluminium eine wesentliche Erhöhung der deutschen Gesamtproduktion dieses Leichtmetalls bedeuten wird.

Das Innwerk als zurzeit größtes Wasserkraftwerk in Mitteleuropa soll zunächst kurz beschrieben werden; eine eingehendere Behandlung bleibt einem späteren Zeitpunkt vorbehalten.

Im Jahre 1917 wurde das Innwerk gegründet zu dem Zwecke, am bayerischen Inn bei Mühldorf eine Wasserkraft von 100 000 PS Höchstleistung auszubauen und mit der im Jahresdurchschnitt erzeugten Energiemenge von 465 Mill. kWh. Aluminium zu gewinnen; im Laufe der Zeit verschob sich der Zweck des Unternehmens etwas in der Weise, daß ein Teil der Energie auch für die Stickstoffindustrie Verwendung finden sollte.

Der Lageplan der Abbildung 1 läßt ersehen, daß durch eine Wehranlage bei Jettenbach der Mutterfluß um etwa 6,5 m bei Mittelwasser angestaut wird; nach Abschneiden mehrerer Flußkrümmungen und Unterfahrung von drei

Digitized by Google

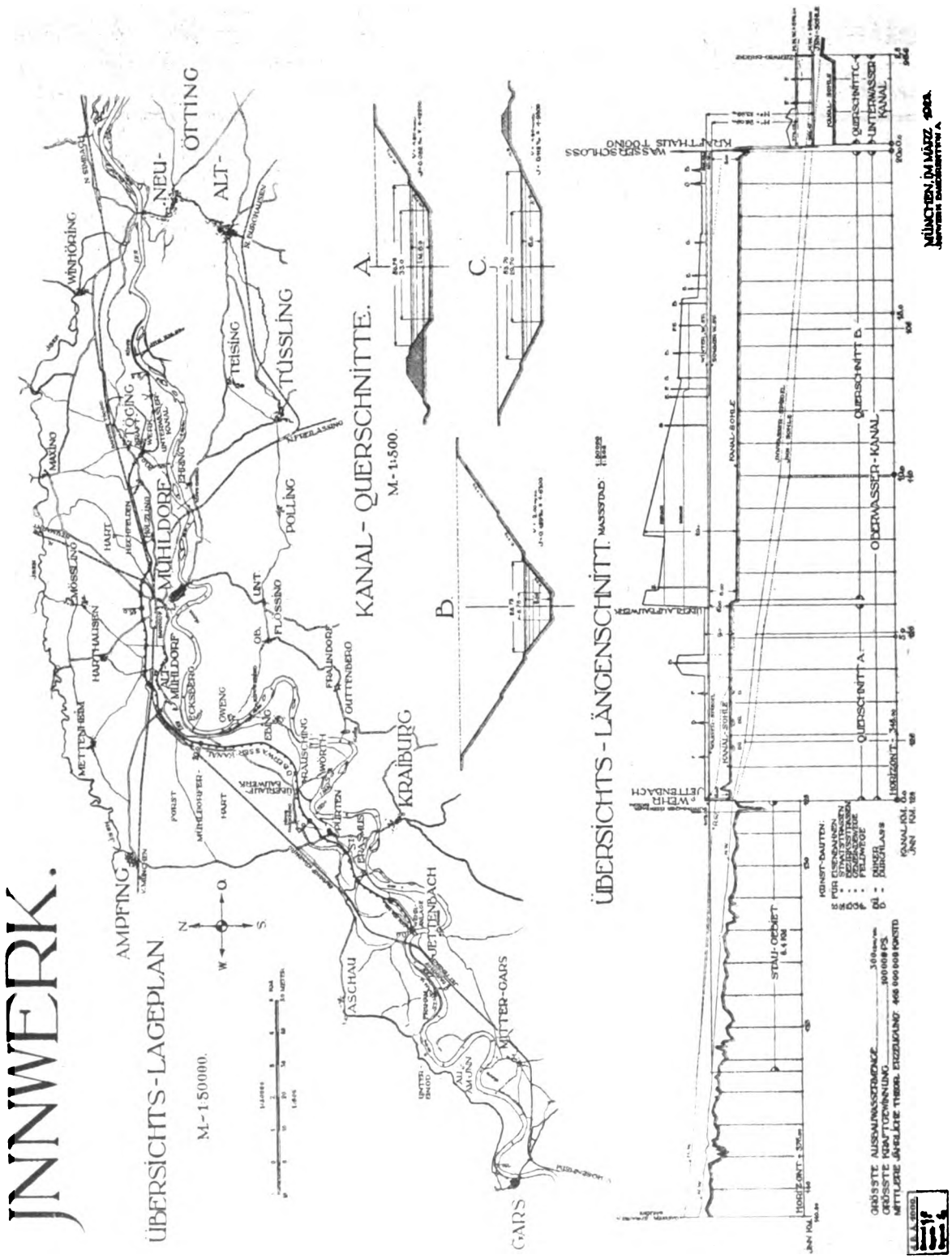


Abb. 1 Uebersicht der Wasserkraftanlage Jettenbach-Töging.

Digitized by Google

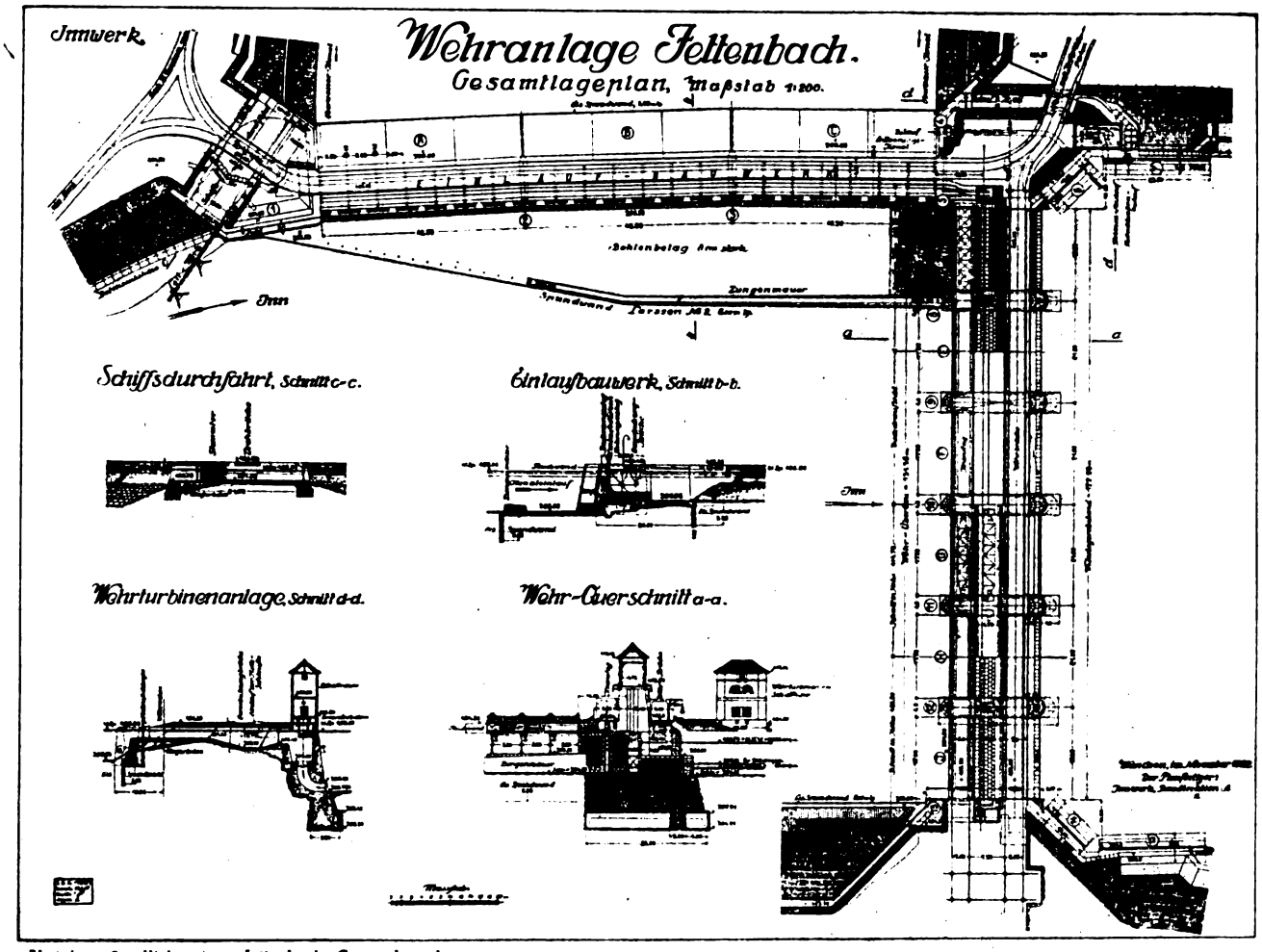


Abbildung 2. Wehranlage Jettenbach, Gesamtlageplan.

Eisenbahnlinien bei Mühldorf endet der 20 km lange Oberwasserkanal vor der Terrasse bei Töging, an deren Fuß in einem Kraftwerk bei einem mittleren Jahresgefälle von 31 m die Energie von max. 300 m³ Wasser gewonnen wird. Durch den 2,8 km langen Unterwasserkanal strömt das ausgenützte Wasser wieder dem Inn zu. Die Geländeverhältnisse lassen für die ersten 6 km des Kanals ein Profil von 6 m Wassertiefe mit 1,2 m mittlerer Geschwindigkeit zu, während in der 14 km langen Einschnittsstrecke in Anbetracht der großen Einschnittstiefen bis zu 29 m ein möglichst kleiner und schmaler Wasserquerschnitt angestrebt werden mußte; man wählte hier eine Wassertiefe von 8 m bei einer durchschnittlichen Wassergeschwindigkeit von 2,0 m/Sec. Sohle und Böschungen sind auf die ganze Ausdehnung des Kanals zwischen Wehr und Wasserschloß durch Beton geschützt.

Die Wehranlage stellt für bayerische Verhältnisse insofern eine Neuheit dar, als in Anbetracht der großen Stauhöhe von der bisher bei Wehren in den Voralpenflüssen üblichen Bauweise (zum Teil feste Wehre mit mehreren Absturzböden, Ausführung in offener Baugrube bei Wasserhaltung) abgewichen wurde. Man wählte den sogenannten kurzen Bautyp, gründete mit Druckluftverfahren Pfeiler, Wehrschwellen, Widerlager mit Uferanschluß auf 12 bis 13 m Tiefe unter Wasser und erhielt auf diese Weise durch Absenkung von 17 Senkkasten aus Eisenbeton eine das ganze Flußbett quer durchziehende Absperrwand. Die für 17 m Lichtweite und 8,5 m Höhe gebauten Rollschützen wurden der Höhe nach unterteilt; die obere 2,3 m hohe Tafel kann hinter die untere Schütze versenkt werden; man kann dann beide Schützen in ganz oder teilweise zusammengeschobenem Zustand hochziehen, wodurch der Vorteil erreicht wird, daß das Wasser sowohl von oben überfällt wie

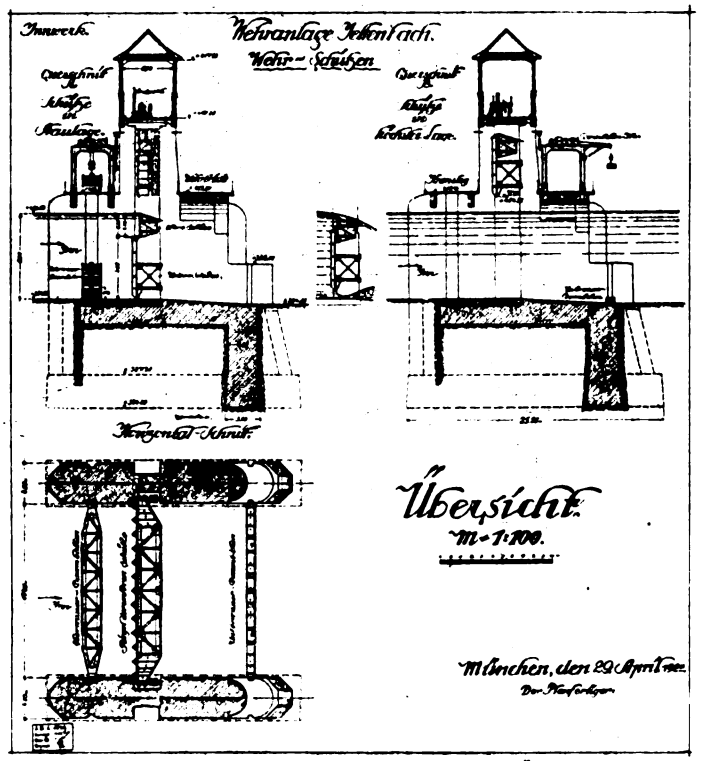


Abb. 3. Wehranlage Jettenbach, Wehrschützen. Übersicht.

Digitized by Google

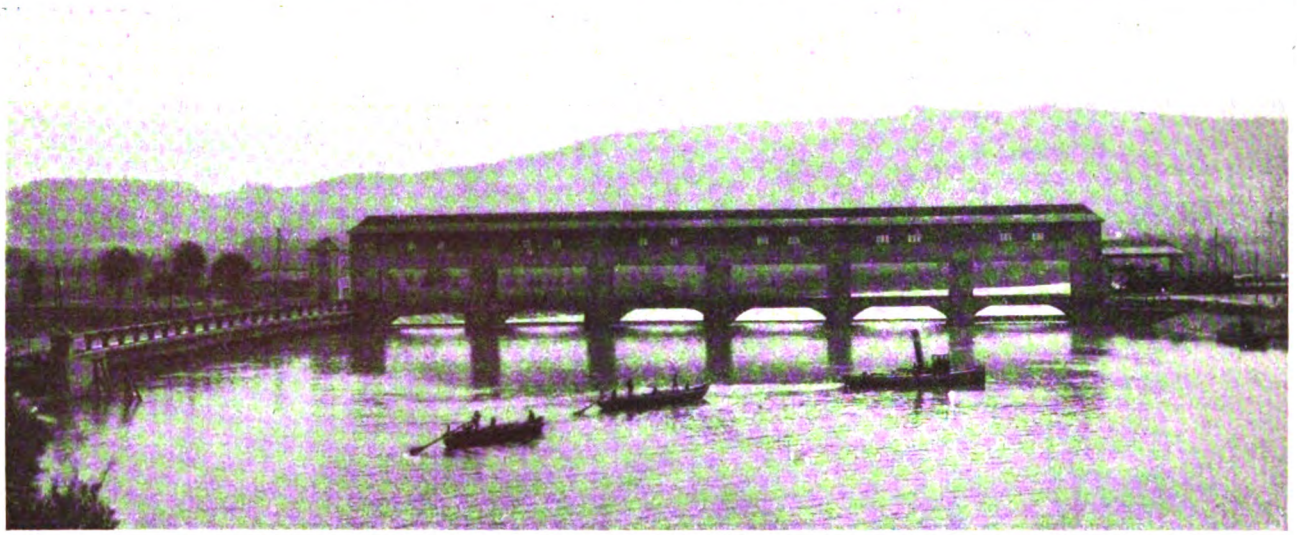


Abb. 4. Wehranlage, Gesamtansicht.

auch unten durchfließt. Beim Zusammenprallen dieser beiden Wasserstrahlen wird ein Teil ihrer Energie vernichtet und der Angriff auf Sohle und Pfeilerwandungen gemildert. Das sinnreich konstruierte Aufzugswindwerk, dessen Bewegungen sich bei Erreichung der Endstellungen sowohl der Schützentafeln unter sich, wie auch deren Höchst- und Tiefstlage automatisch ausschalten, ist vor den Unbilden der Witterung durch einen Ueberbau geschützt, dessen lange horizontale Firstlinie und Holzverkleidung das ganze zu einem abgeglichenen, das Landschaftsbild keinesfalls störenden Bauwerk gestaltet. Ein und derselbe Kran versenkt und hebt die 15 t schweren Oberwasserdammbalken und bedient nach Ausschwenkung eines Auslegers auch die leichteren Unterwasserdammbalken. Es reihen sich sechs solcher Wehröffnungen nebeneinander; rechtwinkelig daran anschließend leitet eine aus 21 Oeffnungen von je 5,6 m weiten und 4,5 m hohen Gleitschützen bestehende Schützenanlage das vom Wehr zurückgehaltene Wasser in den Kanal. Die vorschriftsmäßig während des Betriebes dauernd im Inn zu belassende Mindestwassermenge von 5 cbm Wasser ergibt bei der beträchtlichen Stauhöhe eine Kraft von 300—500 PS, die in einem angebauten kleinen Werk ausgenutzt wird.

Auf der durch diluviale Schotterablagerungen gezogenen 23 km langen Kanallinie mußten 16 Straßenbrücken, eine betonierte und zwei eiserne Bahnbrücken, verschiedene Durchlässe und Unterdükerungen, ein Entlastungsbauwerk und schließlich kilometerlange Straßenanlagen und Entwässerungsgräben gebaut werden. Bei den Brückenbauten

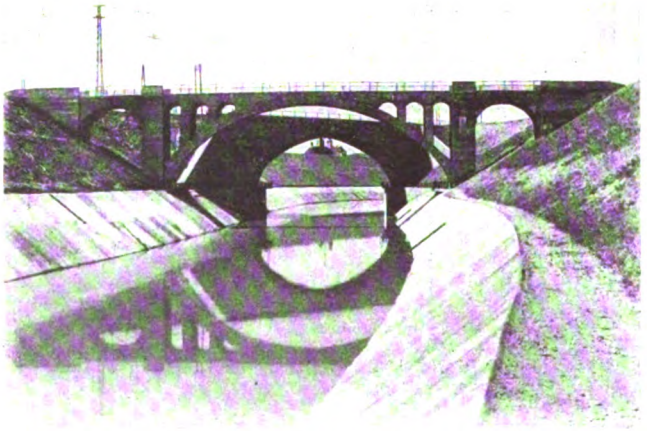


Abb. 5. Eisenbahn- und Feldwegbrücke Ecksberg.

kamen die meisten heute bekannten Systeme zu ihrem Recht: Leichte Eisenbetonbalken mit 18—22 m Stützweite, Dreigelenkbögen bis zu 32 m Stützweite, darüber massive und aufgelöste Bauten in Beton mit und ohne Armierung, hochansteigende eingespannte Gewölbe und Zweigelenkbogen, je nach der Größe der Kämpferkräfte Gelenke aus schweren Gußstahlstühlen oder Bleiplatten. Eine eingehende Durcharbeitung der Entwürfe hat ergeben, daß sich die Widerlager der Brücken auflösen und schwächer gestalten lassen wie es bisher üblich war. Auf dem größten und markantesten Brückenbauwerk liegen die Gleisstränge der Münchner und Rosenheimer Bahnlinien. Der Kreuzungswinkel von 45° zwischen Kanal und Eisenbahn verlangte eine Auflösung dieses Bauwerkes in drei einzelne im Grundriß gegeneinander verschobene Gewölbe; das hier vorgeschriebene Belastungsprogramm führte zu Gewölbestärken bis über 2 m. Massige Gesimse und vorspringende Pfeilerflächen ziehen kräftige Linien in die Ansichtsflächen all dieser Brückenbauwerke; zusammen mit leichten Eisenbetonbrüstungen oder feingliedrigen Geländern ergeben sich ruhige Bilder.

Um bei Kurzschluß oder einer aus anderen Anlässen bedingten plötzlichen Abschaltung von ein oder mehreren Aggregaten dem im Kanal noch zufließenden Wasser einen gefahrlosen Abzug zu verschaffen, sind bei Kilometer 6 des Kanals und im Wasserschloß Entlastungsanlagen eingebaut, welche dem gleichen Zwecke dienen wie Ventile bei Dampfmaschinen: Sobald der Wasserstand die zulässige Höhe überschreitet, werden bei Kilometer 6 bis zu 125 und am Wasserschloß bis zu 110 m³ sekundlicher Wassermenge durch Saugheber automatisch abgesaugt; menschliche Beihilfe und mechanisch bewegliche Teile erfordern diese Einrichtungen nicht.

Zur Auskleidung des Oberwasserkanals mit Beton rückten die verschiedenen Unternehmer, denen die Ausführung der in neun Lose zerlegten Bauarbeiten übertragen war, mit allen möglichen maschinellen Einrichtungen auf den Plan. Der Beton wurde entweder auf der Kanalberme beigefahren, in festen oder fahrbaren Rutschen abwärts befördert und eingestampft, oder in der Sohle beigebracht, in der Böschung hochgeworfen oder hochgezogen, in letzterem Falle durch eine Walze gefestigt; manche Unternehmer beschränkten sich bei der Einbringung auf ein möglichst rationelles Handverfahren; zwecks Erhöhung der Dichtigkeit erhielt der Beton durchwegs einen Ueberzug aus einer mit Scheibe bearbeiteten Betonfeinschichte.

Vor dem bei Töging erbauten Kraftwerk erweitert sich der Kanal zu einem 100 breiten Becken, von dem aus das Wasser durch 15 schmiedeeiserne Druckrohre den Turbinen im Krafthaus zuströmt . Der in den Generatoren erzeugte elektrische Strom fließt teils in dicken Aluminiumbündeln als Gleichstrom in die anschließende Aluminium-

Digitized by Google

fabrik, teils durch Kabel als Drehstrom in das Schalthaus, um dort auf 100 000 V gebracht und zur Stickstoffindustrie an der Alz geleitet zu werden. Die erwähnte Heberanlage beim Wasserschloß vermag zusammen mit drei Grundablässen etwa 150 m³ Wasser unmittelbar in den Unterwasserkanal abzuführen. Die Energie dieser abstürzenden Wassermassen soll in einem Energievernichter eigener Konstruktion dadurch vernichtet werden, daß die Wassermassen in zwei tangentialen und einem mittleren Strahl durch geeignete Führungsflächen aufeinanderprallen und sich zerwirbeln.

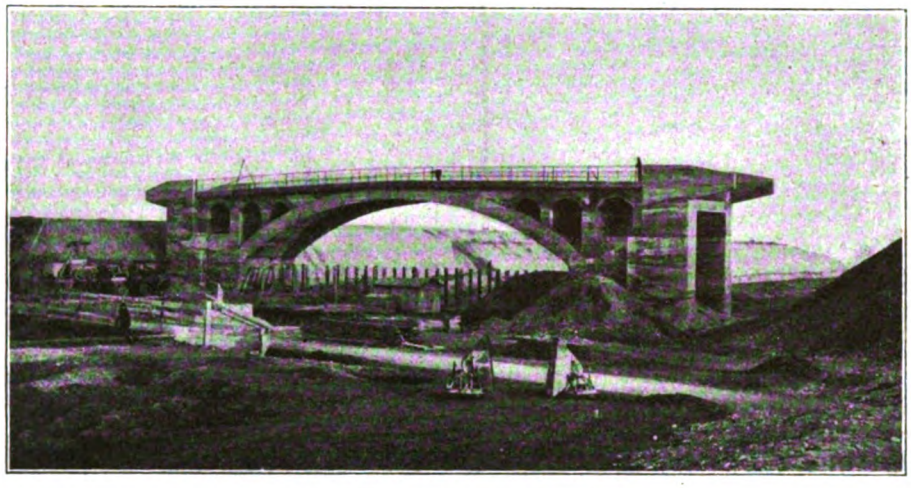


Abb. 6. Bezirksstrassenbrücke Töging.

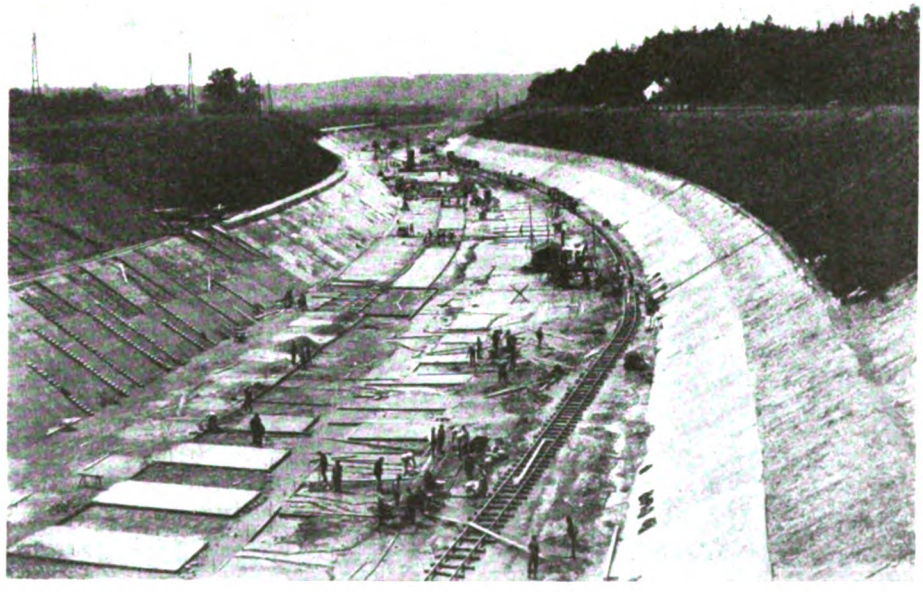


Abb. 7. Kanalbetonierung bei Pürten.

Im Wasserschloß fließt das Wasser durch einen Feinrechen in die 4 m weiten und 50 m langen Druckrohre; der Zufluß zu denselben ist durch 22 m² große, elektrisch betriebene Rollschützen verschließbar, die in Gefahrfällen sich selbsttätig rasch senken. Eine elektrisch betriebene fahrbare Maschine vermag sowohl die angeschwemmten Gegenstände vor dem Rechen abzuziehen, als auch bei Gefahr der Verstopfung durch Eis den Feinrechen zu beseitigen, ferner die Dammbalken für den Fall einzusetzen, daß ohne Betriebsunterbrechung in den einzelnen Kammern Kontrollen oder Reparaturen vorgenommen werden müssen. Ueber den Aufzugswindwerken erhebt sich das die Landschaft weithin beherrschende Wasserschloßgebäude, das schon architektonisch mit seinen turmartigen Eckbauten die Bestimmung des Bauwerkes äußerlich zum Ausdruck bringt, nämlich die herandrängenden Wassermassen zurückzuhalten und ihre Energie aufzuspeichern.

Im Krafthaus erweitern sich die 4 m weiten Druckrohre zu den 5,5 m weiten Turbinenkesseln, in welchen das Wasser um 180° zurückgelenkt und durch Flachkrümmer in den Saugschlauch abgezogen wird. Jede Einheit besteht aus einer Kesselturbine mit maximal 27 m³ Schluckvermögen, einem gekapselten Generator samt Erregermaschine und ruht auf zwei Lagern, wovon das eine den 30 t betragenden wagrechten Schub in die Fundamente überzuführen hat. Die 15 Generatoren (7 Gleichstrom- und 8 Drehstrommaschinen) von je 5750 kW Höchstleistung saugen sich die Kühlluft von der Bergseite an, wo auch noch die Möglichkeit zum Einbau von Reinigungsfiltern

Digitized by Google

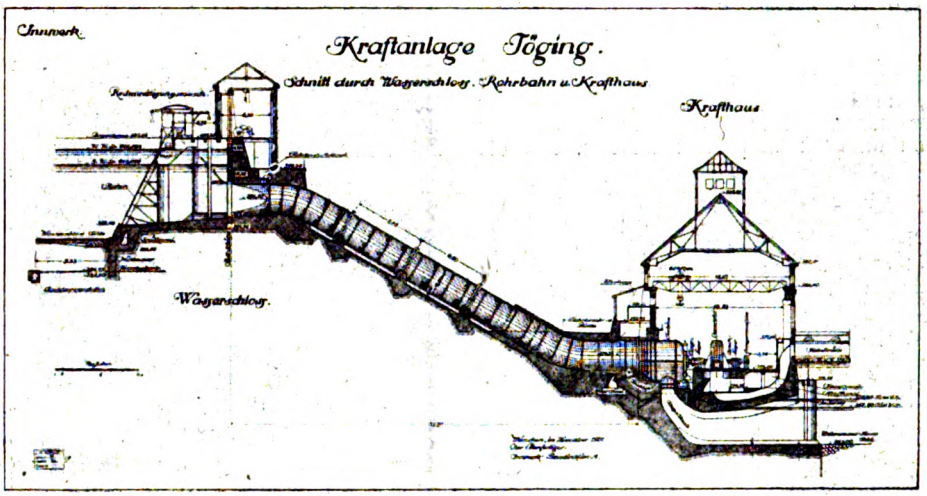


Abb. 9. Schnitt durch die Kraftanlage Töging.

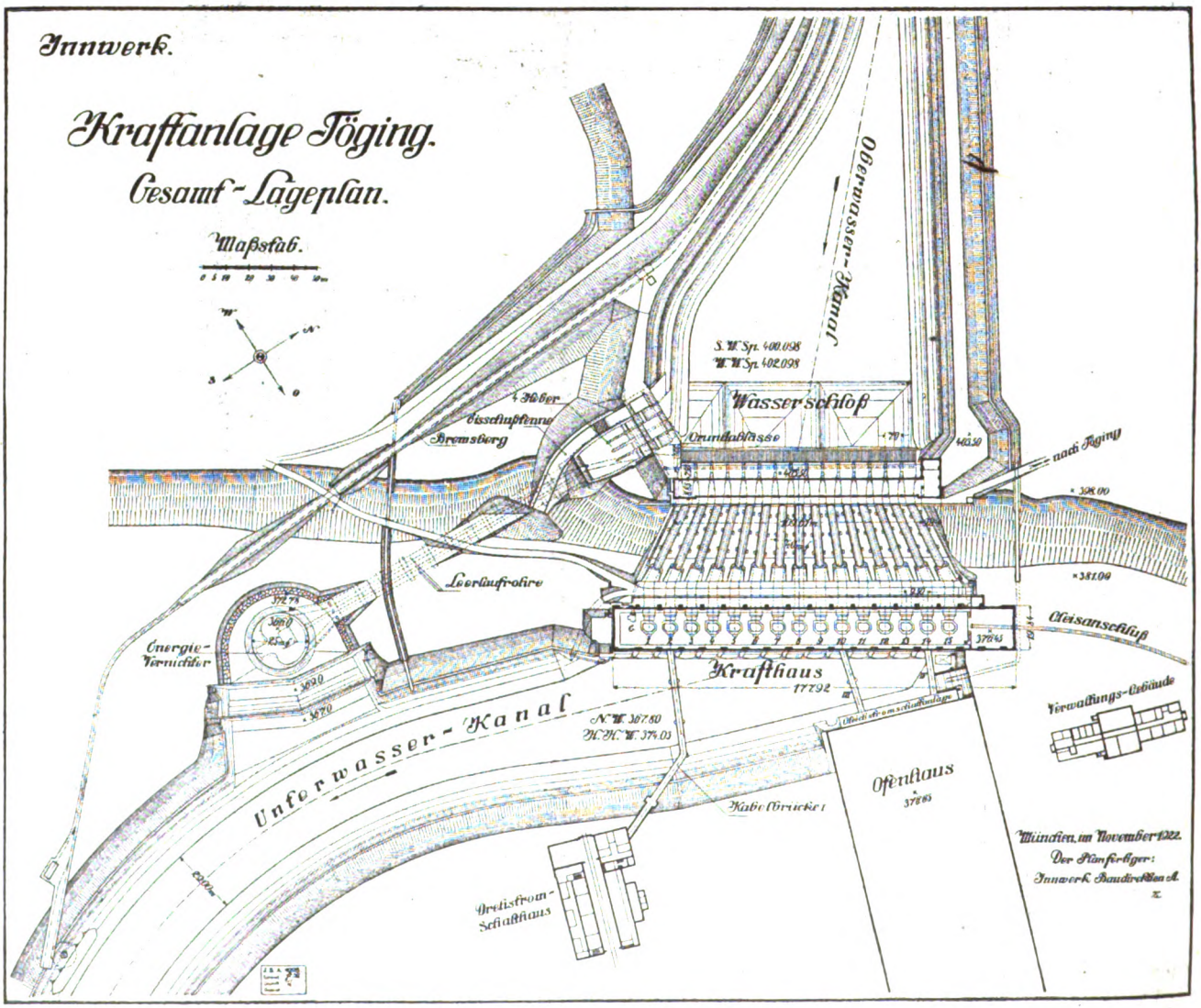


Abb. 8. Gesamtlageplan der Kraftanlage Töging.

Digitized by Google

gewährleistet ist; die erwärmte Luft zieht dann durch unter den Kabelgängen führende Kanäle gegen die Wasserseite hin oder durch den Maschinenraum und die darüber liegenden Dachlaternen nach oben ab. Zwei Laufkrane für je 60 t und zwei Konsolkrane für je 2 t Tragkraft bestreichen den Maschinenraum.

Trotzdem an der Baustelle der Grundwasserspiegel etwa 0.5 m unter Gelände anstand und die Aushubsohle etwa in 14 m Tiefe zu liegen kam, gelang es doch, die ganze etwa 4000 m² große Baugrube bei Wasserhaltung allmählich tiefer zu bringen und die vielen Tausende von Kubikmeter Beton ohne besondere Zwischenfälle ein-

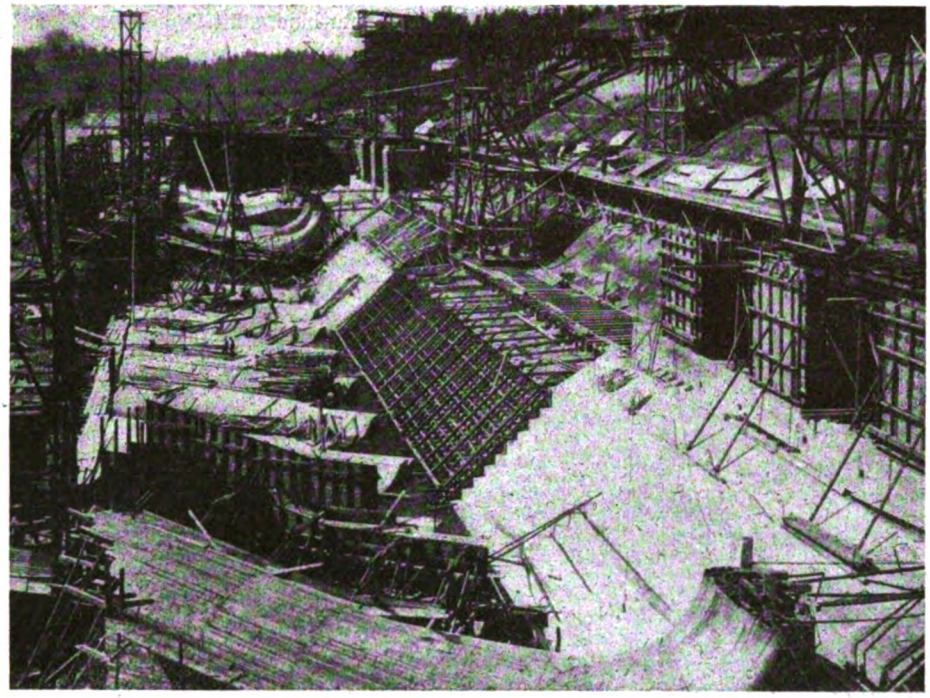


Abb. 10. Kraftbausgründung Töging im Juli 1922.

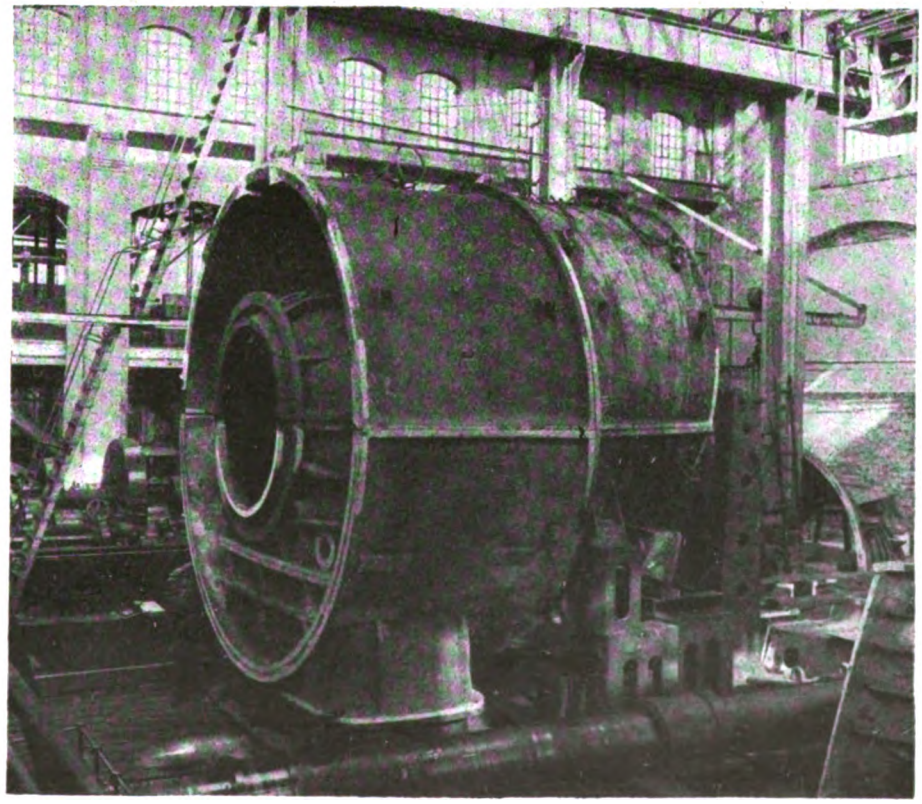


Abb. 11. Turbinengehäuse mit Ablaufkrümmer.

Digitized by Google

zubauen. Dem Fortschritt zustatten kam das hier angewendete Betongießverfahren, bei welchem von hohen Türmen aus durch weitverzweigte offene Rinnen der flüssige Beton mit einem geringsten Aufwand an Zeit und Arbeit zu den Verwendungsstellen geleitet wird. Das durch dieses Verfahren ermöglichte Freihalten der großen Baugrube von Transportgerüsten erleichterte Ueberblick und rasche Umdisponierung.

Mit der Größe der tiefbautechnischen Anlagen halten die Abmessungen für die maschinelle und elektrische Einrichtung gleichen Schritt. Die 5,5 m weiten Turbinengehäuse mit Uebergangsstück zu den Druckrohren, Deckel und Ablaufkrümmer sind in Stahlguß hergestellt.

Für die Durchbildung des 1,9 m weiten Laufrades fanden eingehende Probeversuche mit einer eigens hierfür gebauten Versuchsturbine statt.

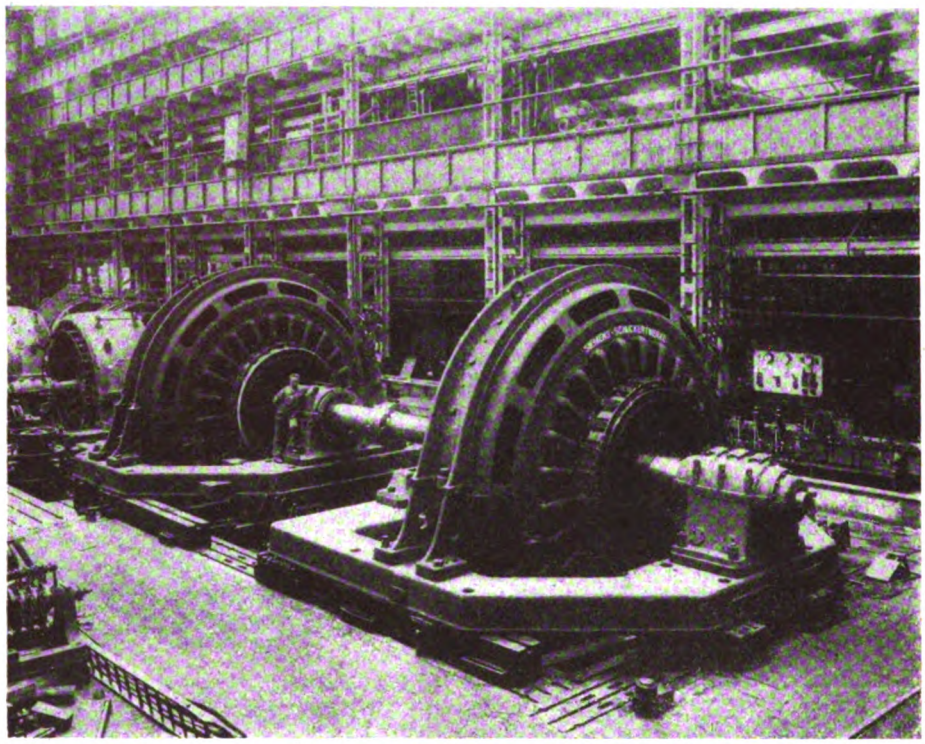


Abb. 12. Zwei Gleichstromgeneratoren auf dem Prüffeld.

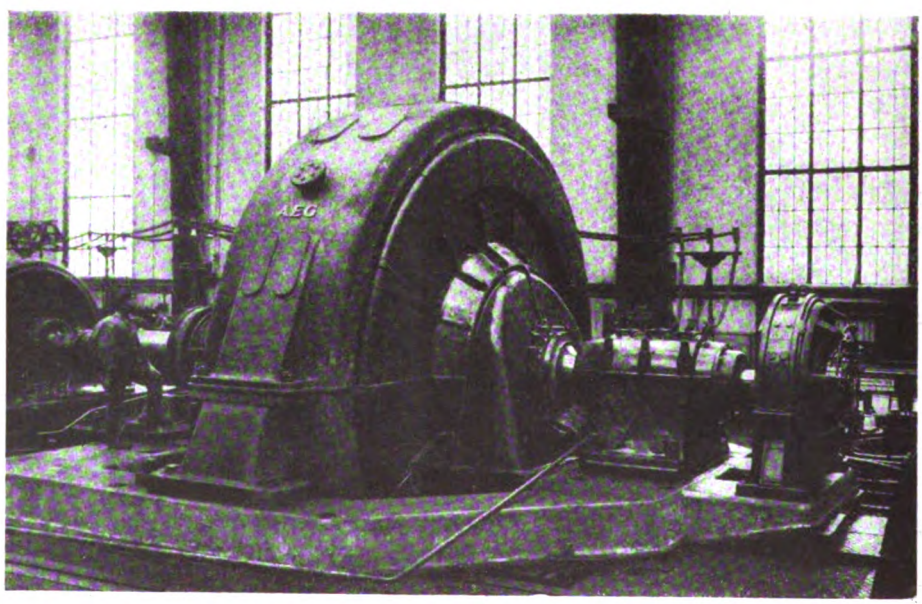


Abb. 13 Drehstromgenerator, gekapselt, mit Erregermaschine.

Die Gleichstromgeneratoren stellen den größten bisher ausgeführten Typ dar. Die Verlademaße der Eisenbahn setzten dem Konstrukteur eine obere Grenze und bestimmten die Größe der Einheiten.

Um im Bedarfsfalle statt Drehstrom Gleichstrom erzeugen zu können oder umgekehrt, wählte man auch für

Digitized by Google

die Drehstromeinheiten die gleiche Größe und bildete Fundamentrahmen, Welle, Lager und Krafthausunterbau in gleicher Weise aus wie für die Gleichstromseite.

Auf der dem Krafthaus gegenüberliegenden Seite des Unterwasserkanals dehnt sich das Fabrikgebäude aus. Das in horizontaler Ausdehnung größte Bauwerk ist das zweischiffige Ofenhaus, in welchem in elektrischen Oefen die Tonerde geschmolzen und das Aluminium gewonnen wird; in der anschließenden Gießerei erhält das umgeschmolzene Metall die handelsübliche Barrenform und wandert von

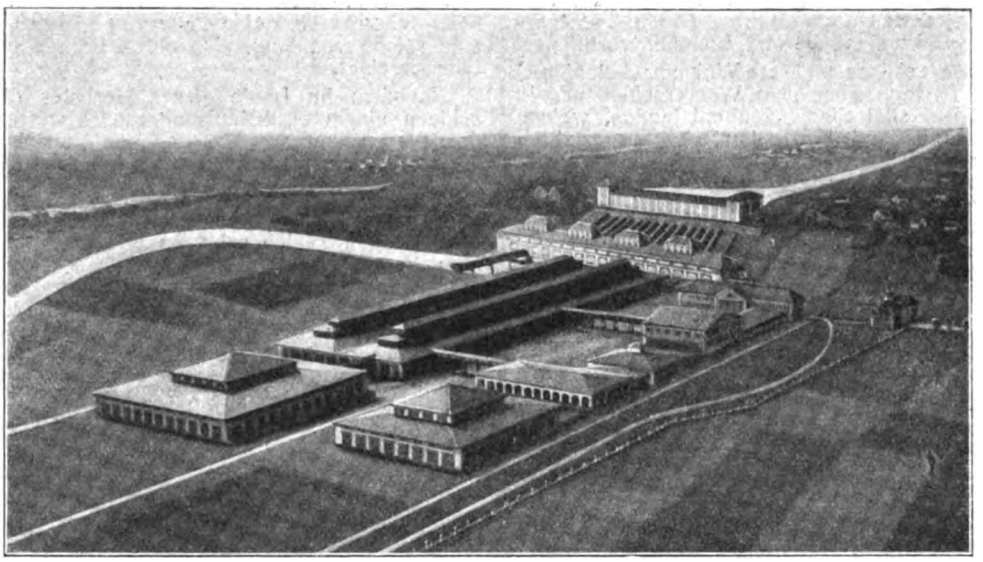


Abb. 14. Modell von Wasserschloss, Krafthaus und Fabrikanlage.

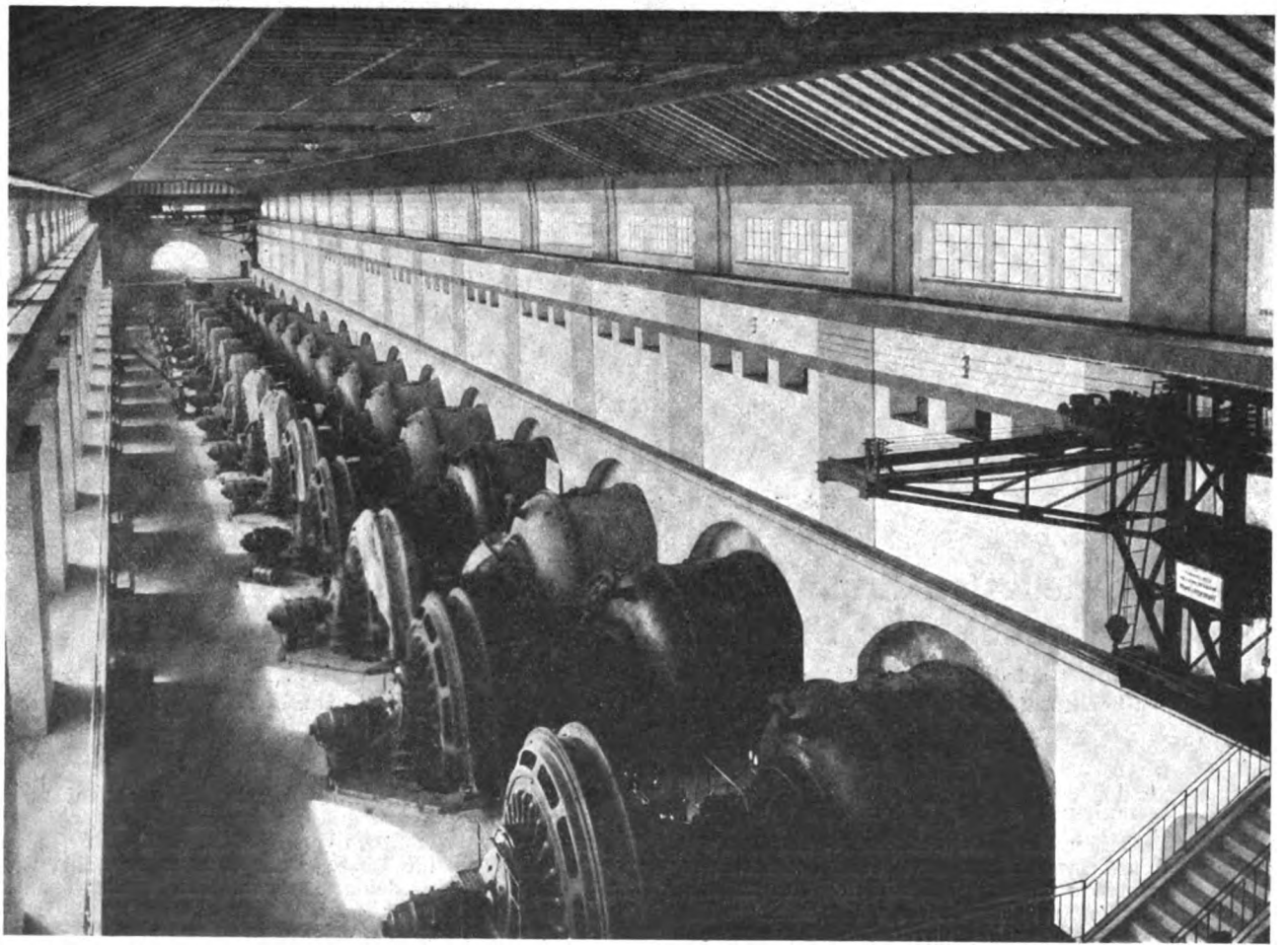


Abb. 15. Krafthaus Töging, Innenansicht.

Digitized by Google

hier zur weiteren Verarbeitung in die Welt hinaus. An Nebengebäuden sind zu nennen der etwa 38 m hohe Tonerdesilo mit Vorratszellen in Eisenbeton, die Bodenfabrik, in welcher die Schmelzöfen hergestellt und ausgebessert werden, ein Magazin mit Werkstätte, die Kantine mit Ankleide- und Waschräumen für Arbeiter und Angestellte und schließlich das Verwaltungsgebäude, Pförtnerhaus, Fahrradaufbewahrungsraum und Lokomotivschuppen.

Zur Gesamtanlage gehören mehrere Wohnungskolonien;[1]) bei der Ortschaft Töging, neben dem Wasserschloß und in Eichfeld bei Mühldorf sind Siedlungen entstanden, welche in offener Bauweise und mit Gartenland den Angestellten und Arbeitern die Möglichkeit angenehmen Wohnens bieten sollen. Die erbauten Wohnungen werden den hauptsächlichen Bedarf decken, da eine große Anzahl der Arbeiterschaft in der Umgebung bodenständig und daher auf eine Werkswohnung nicht angewiesen ist; im Bedarfsfalle ist für Erweiterungsmöglichkeiten genügend Sorge getragen.

[1]) Kleinwohnungen der Innwerke bei Mühldorf a. Inn. Von Arch. Lechner und Norkauer, München. Süddeutsche Baugewerkszeitung 1924, H. 12. Richard Pflaum Verlag A. G., München.)

Die Gesamtanlage, deren Bau im Jahre 1919 begann, ist nunmehr fertiggestellt; das Wehr ist seit Juni v. J. in Betrieb; die erste 6 km lange Oberwasserkanalstrecke konnte noch im vorigen Jahr mit Hilfe einer behelfsmäßigen Sperre eingestaut werden, die restliche Strecke wird seit November v. J. immer höher mit Wasser gefüllt. Bisher wurde beim Wasserschloß eine Tiefe von 7,50 m und bei Mühldorf eine solche von 8 m, also die spätere endgültige Wassertiefe erreicht.

Nachdem im Laufe dieses Herbstes die meisten Maschinen einem Probelauf unterstellt werden können, darf damit gerechnet werden, daß der Betrieb noch im Laufe dieses Jahres aufgenommen wird, sofern keine besonderen Schwierigkeiten mehr auftreten.

Von Interesse dürften noch einige die Größe des Werkes beleuchtende Zahlen sein: Im ganzen waren etwa 14 Mill. cbm Erdmaterial für den Aushub der Kanäle und Bauwerke zu bewegen; der Bau der Wasserkraftanlage verbrauchte etwa 400 000 cbm Beton und an Eisenkonstruktionen (Schützen, Windwerken, Druckrohren, Rechen usw.) sind etwa 11 000 t eingebaut. (W. 278.)

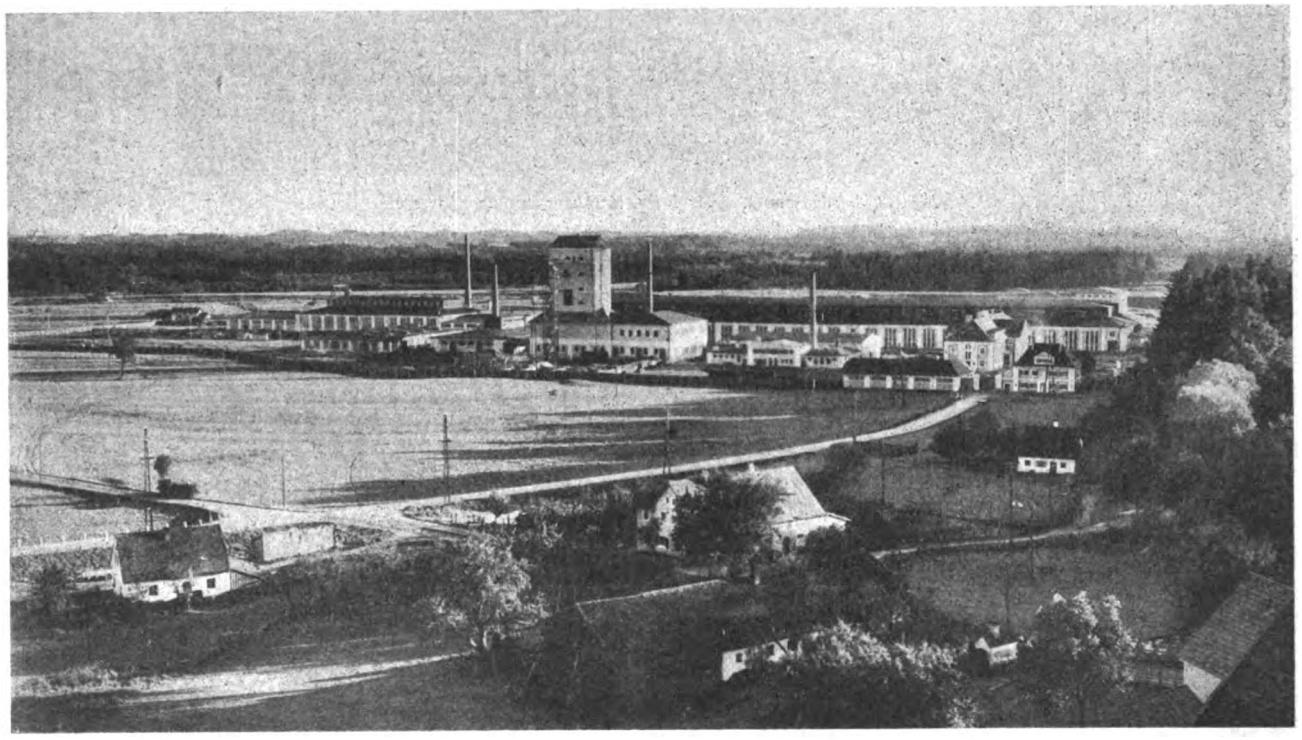


Abb. 17. Fabrikanlage Töging, Gesamtansicht.

Über die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete der Wasserkraftgewinnung vom Standpunkte des Bauingenieurwesens.

Referat, erstattet auf der I. Weltkraft-Konferenz zu London, von Oberbaurat Dr. Ing. e. h. Karl Innerebner (Gesellschafter der Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl,) Innsbruck (Wien).

(Schluß von H. 21, S. 387)

7. Überlaufgerinne von Wasserschlössern.

Manchmal erhalten die Wasserschlösser auch von speicherfähigen Wasserkraftanlagen eine Ueberlaufeinrichtung, die als Sicherheitsvorkehrung gedacht ist und natürlich nicht tiefer angelegt werden darf, als der höchste Stauweiherspiegel bei gefülltem Becken; bei Kraftanlagen ohne Wasserspeicher, bei denen das Oberwassergerinne drucklos durchflossen wird, zählt ein derartiger Ueberlauf naturgemäß zu den unbedingt erforderlichen Bauteilen.

Ist das Wasserschloß in großer Höhe über dem Flußlauf angeordnet, dem das überlaufende Wasser zugeführt wird, so zählt das Ueberlaufgerinne zu den verantwortungsvollsten Bauteilen der ganzen Wasserkraftanlage. Besteht das Gehänge durchwegs aus gutem Fels oder ist gar ein natürliches Rinnsal von hinlänglich großem Fassungsver-

Digitized by Google

mögen in der Nähe des Wasserschlosses vorhanden, dann sind die baulichen Herstellungen allerdings verhältnismäßig einfach und die Möglichkeiten eines Unfalles gering; leider bilden derartige günstige Verhältnisse nur eine Ausnahme. Muß das Gerinne jedoch zur Gänze künstlich angelegt werden, und ist kein Felsuntergrund vorhanden, so erscheint die größte Sorgfalt am Platze, weil das herabschießende Wasser im Falle eines Gebrechens innerhalb weniger Minuten am Hange die größten Verheerungen anrichten und allenfalls die Vernichtung des Wasserschlosses, der Druckrohrleitung und des Krafthauses selbst herbeiführen kann.[43])

Beim Sillwerk (Oesterreich)[44]) handelte es sich z. B. darum, eine Wassermenge von 8 m³/sek vom Wasserschloß zu dem 190 m tiefer gelegenen Sillfluß hinabzubefördern. Der unter durchschnittlich 33° geneigte Hang besteht durchwegs aus alten Flußschottern, der Felsgrund war nirgends zu erreichen. Nach dem damaligen Stande der Technik erblickte man die beste Lösung darin, Kaskaden mit dazwischen geschalteten Beruhigungstümpeln anzuordnen, in denen sich die Kraft des herabstürzenden Wassers immer wieder bricht. Dieses Bauwerk erforderte naturgemäß einen großen Aufwand an Mauerwerk und gestaltete sich sowohl in den Anlage- als auch in den Erhaltungskosten recht teuer.

Beim Rutzwerk (Oesterreich)[45]), das durchaus ähnliche Anlageverhältnisse wie das Sillwerk zeigt, entschloß man sich daher, von der Anordnung eines in Kaskaden aufgelösten Leerlaufes abzugehen und die Ausführung einer offenen Schußtenne zu versuchen. Die größte abzuführende Wassermenge beträgt 6 m³/sek, die Absturzhöhe mißt 175 m. Im oberen Teil besitzt das Gerinne eine Neigung von rund 38°, hieran schließt sich eine Strecke mit rund 19° Neigung und an diese endlich eine steile Felswand von 45 m Höhe, über welche dann das Wasser in den Rutzbach abstürzt. Das Gerinne hat trapezförmigen Querschnitt, die Sohle ist 2,50 m breit, die Seitenwände sind unter 45° geneigt und 1,60 m hoch. Sohle und Wandungen wurden betoniert und erhielten einen Belag aus Lärchenholz. Diese Ausführung erwies sich als wesentlich billiger und dabei leistungsfähiger als der Kaskadenleerlauf des Sillwerkes und hat sich während der bisher verflossenen 11 Betriebsjahre in jeder Beziehung vollauf bewährt; Ausbesserungsarbeiten sind bisher noch an keiner Stelle notwendig gewesen.

Die guten Erfahrungen, die mit dieser Leerlaufausbildung gemacht wurden, haben dazu geführt, auch beim Kraftwerk Blühnbach (Oesterreich)[46]) dieselbe Ausführung anzuwenden. Die abzuführende Wassermenge beträgt dort 2 m³/sek, die Absturzhöhe 150 m, das Sohlengefälle im oberen Teil rund 28° und im unteren 24°. Der Untergrund ist auf eine kurze Strecke hin felsig, besteht aber im übrigen aus lehmigem Schotter.

Die beiden oben genannten, als Schußtenne ausgebildeten Leerlaufgerinne sind im Grundriß gerade; im lotrechten Sinne besitzen sie, wie aus den Neigungsangaben hervorgeht, Gefällsbrüche, die natürlich entsprechend ausgerundet wurden. Die Gefällsbrüche sind, abgesehen von dem am unteren Ende des Rutzwerküberlaufes, nach oben hin konkav. In Fällen, wo in der laufenden Strecke nach oben konvexe Gefällsbrüche auftreten, ist dafür zu sorgen, daß ein Abheben des Wasserstrahls von der Gerinnesohle nicht eintreten kann, was dadurch erreicht wird, daß die Ausrundung der Gefällsbrüche flacher gehalten wird, als die der oberen Gerinnestrecke entsprechende Wurfparabel.

Sind die örtlichen Geländeverhältnisse solche, daß auch im Grundriß Abweichungen von den Geraden notwendig werden, so gelangt man zu sehr interessanten Aufgaben; wir haben kürzlich für das Kraftwerk Opponitz (Oesterreich)[47]) unter anderem auch einen solchen Fall als Wahlentwurf bearbeitet.

Bei Anordnung einer im Grundriß gekrümmten Linienführung empfiehlt es sich, das Gerinne wie eine Eisenbahnlinie anzulegen, also tunlichst große Krümmungshalbmesser anzuwenden, den Uebergang von der Geraden in den Bogen durch eine zwischengeschaltete Uebergangskurve zu vermitteln, als welche auch hier die kubische Parabel gewählt werden kann, und endlich aus Gründen der Wirtschaftlichkeit der Gerinnesohle an der Bogenaußenseite eine Ueberhöhung zu geben; der Uebergang von der Ueberhöhung Null (in der Geraden) auf die volle Ueberhöhung (am Anfang und Ende des Kreisbogens) erfolgt dann so wie im Eisenbahnbau auf die Länge der Uebergangskurve, die auch hier so einzulegen ist, daß sie im Anschluß an die Gerade den Krümmungshalbmesser Unendlich, und im Anschluß an den Kreisbogen den Krümmungshalbmesser als Krümmungsradius besitzt.

Die Ueberhöhung anlangend, sei folgendes bemerkt: Das Wasser schießt durch das Gerinne mit starker Neigung gegen die Wagrechte herab; seine wirkliche, schiefe Geschwindigkeit ist in zwei Teilgeschwindigkeiten zu zerlegen und zwar in eine lotrechte und in eine wagrechte. Die letztere bringt im Bogen eine radial nach außen gerichtete Fliehkraft hervor, deren Wirkung darin besteht, daß der Wasserspiegel nicht mehr von der einen zur anderen Gerinnewandung wagrecht verläuft. Bekanntlich muß ja der Wasserspiegel an jeder Stelle eine solche Lage annehmen, daß er zur Resultierenden der in diesem Punkte auf ihn wirksamen Kräfte senkrecht steht. Während bei einem geraden Gerinne nur die lotrechte Schwerkraft in Frage kommt, weshalb hier der Wasserspiegel der Quere nach wagrecht verlaufen muß, tritt bei einem gekrümmten Gerinne eben noch die wagrechte Fliehkraft hinzu.

Man kann dann die Spiegelgestaltung unter zwei Annahmen untersuchen. Die eine ist die, daß die Geschwindigkeit in allen Lotrechten eines und desselben Querschnittes gleich groß, also von der Entfernung vom Krümmungsmittelpunkt der Bahn unabhängig sei. Man findet dann, daß der Wasserspiegel nach einer logarithmischen Kurve verläuft, die ihre konvexe Seite nach oben kehrt. Die andere Annahme dagegen ist die, die Geschwindigkeiten in den Lotrechten eines und desselben Querschnittes seien dem Abstande vom Bahnkrümmungsmittelpunkt proportional, d. h. also, es sei nur die Winkelgeschwindigkeit und nicht die wirkliche Geschwindigkeit für alle Lotrechten eines solchen Querschnittes dieselbe. Es zeigt sich dann, daß der Wasserspiegel Parabelform annimmt, wobei die konkave Seite nach oben gerichtet ist.

Weiterhin findet man aber, daß beide Kurven praktisch ohne weiteres als Gerade aufgefaßt werden können, sofern nur der Krümmungshalbmesser der Bahn einigermaßen groß ist gegenüber der Gerinnebreite, ein Verhältnis, das man an und für sich immer anstreben wird. Es zeigt sich dann, daß die Ueberhöhung des äußeren Randes der Gerinnesohle gegenüber dem inneren genau nach derselben bekannten Beziehung berechnet werden kann, nach welcher man im Eisenbahnbau die Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges gegenüber dem inneren ermittelt; man hat nur die Spurweite des Eisenbahngleises durch die Sohlenbreite des Gerinnes zu ersetzen.

Bei den angeführten Untersuchungen bezüglich eines allfälligen Abhebens des Wasserstrahles von der Gerinnesohle in nach oben konvexen Gefällsbrüchen und hinsichtlich der in Krümmungen erforderlichen Ueberhöhungen ist es von Wichtigkeit, die Geschwindigkeit zu kennen, mit welcher das Wasser durch das Gerinne herabschießt. Die Kenntnis dieser Geschwindigkeit ist aber auch zu dem Zwecke notwendig, um an Hand der geforderten Leistungsfähigkeit des Ueberlaufgerinnes die Abmessungen des letzteren festsetzen zu können. Da Beobachtungen über die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Wasser in derartigen

[43]) Schweiz. Bauzeitung 55 und 56 (1910).

[44]) Für die Stadtgemeinde Innsbruck 1901/03 von der Bauunternehmung Zivilingenieure Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck-Wien, entworfen und erbaut.

[45]) Zum Zwecke des elektrischen Betriebes der Mittenwaldbahn 1909/12 von der Bauunternehmung Zivilingenieure Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck-Wien, entworfen und erbaut; vgl. Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 10 (1913), S. 385 ff.

[46]) Von der Bauunternehmung Zivilingenieure Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck-Wien, 1917/20 entworfen und in seinen Hauptteilen erbaut.

[47]) Der Kraftversorgung Wiens dienend; vgl. Elektrotechnik und Maschinenbau 41 (1923), S. 149.

Digitized by Google

steilen Rinnen bewegt, von anderer Seite anscheinend noch nicht vorliegen, sollen hier die Ergebnisse von Messungen angeführt werden, welche 1921 und 1923 von der Bauunternehmung Zivilingenieure Innerebner und Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck-Wien, teils allein, teils gemeinsam mit der Wasserkraftwerke A.-G., Wien, im Ueberlaufgerinne des Rutzwerkes durchgeführt wurden.[48]) Die Messungen erfolgten im oberen, unter rund 38° geneigten Teil. Sie geschahen mit Hilfe von Schwimmern, die Zeit wurde abgestoppt. Die Meßstrecke besaß, parallel zur Sohle des Gerinnes gemessen, eine schiefe Länge von 91 m und war, wie schon aus dem früheren hervorgeht, gerade.

Tag der Messung	30.5. 1921	30.9. 1921	9.8. 1923	30.9. 1921	9.8 1923	9.8 1923
Abstürzende wirkliche Wassermenge (ohne die aufgenommene Luft) m^3/sek	1,02	1,47	1,58	2,77	3,75	4,50
Schiefe Geschwindigkeit (in der Richtung der Gerinnesohle) m sek. .	20,9	20,1	16,3	21,4	21,0	21,4

Die Geschwindigkeit erwies sich mithin überraschenderweise, praktisch gesagt, als unabhängig von der Größe der Beaufschlagung und betrug rund 20 m/sek; die Verschiedenheiten der obigen Zahlwerte liegen nämlich, wenn man von der einen Messung bei 1.58 m^3/sek absieht, noch innerhalb der Grenzen der Messungsgenauigkeit selbst. Die angeführten Geschwindigkeiten stellen gemäß dem Messungsvorgang einen Mittelwert aus der Geschwindigkeit dar, mit welcher das Wasser die Meßstrecke durcheilte. Ob die Geschwindigkeit am Ende dieser Teilstrecke größer war wie am Anfang oder nicht, ob also die Bewegung beschleunigt oder gleichförmig vor sich geht, kann demnach aus diesen Versuchen noch nicht abgeleitet werden.

Würde die Bewegung den Gesetzen des Falles auf der schiefen Ebene gehorchen, dann müßte sie natürlich eine beschleunigte sein. Möglicherweise befindet sich aber das Wasser in einem Grenzzustand, der eine weitere Geschwindigkeitssteigerung überhaupt nicht mehr zuläßt, so daß die Bewegung gleichförmig vor sich geht. Das Zustandekommen dieses Grenzzustandes könnte man sich etwa durch die gleichzeitig festgestellte Tatsache erklären, daß die herabstürzenden Wassermengen sehr viel Luft enthalten, und daß bei einem Versuche des Wassers, seine Geschwindigkeit zu vergrößern, die Luftaufnahme infolge der vergrößerten Widerstände wächst, das Wasser dadurch leichter und gleichzeitig rauher wird, wodurch dann die versuchte Geschwindigkeitserhöhung wieder aufgehoben würde. Jedenfalls wäre es wertvoll, wenn auch anderenorts einschlägiges Beobachtungsmaterial gesammelt würde.

Die Größe der Luftaufnahme selbst bildete eine weitere Ueberraschung bei diesen Messungen; Einzelheiten hierüber können der folgenden Uebersicht entnommen werden.

Tag der Messung	30.5. 1921	30.9. 1921	9.8. 1923	30.9. 1921	9.8. 1923	9.8. 1923
Abstürzende wirkliche Wassermenge (ohne die aufgenommene Luft) m^3/sek	1,02	1,47	1,58	2,77	3,75	4,50
Abstürzende Menge des Wasser-Luftgemisches m^3/sek	4,97	5,81	5,92	7,04	14,70	16,50
Rauminhalt der aufgenommenen Luft in % der Menge des Wasser-Luftgemisches . . .	79,5	74,7	73,2	60,6	74,5	72,8

Die wirkliche Wassermenge wurde teils am Ueberfall des Wasserschlosses aus der Ueberfallshöhe, teils aus dem Leistungsdiagramm der Maschinen, der Konsumtionskurve des Zuleitungsstollens und dem Wirkungsgrade der Anlage ermittelt; die Menge des Wasser-Luftgemisches ergab sich als das Produkt aus der beobachteten Geschwindigkeit und dem durchflossenen Querschnitt.

Das herabstürzende Wasser erfuhr also durch die Luftaufnahme eine Vermehrung auf etwa das Vierfache des reinen Wasservolumens, eine Tatsache, die bei Bemessung des Gerinnequerschnittes sehr wohl in Frage kommt, wenn es sich um große Wassermengen handelt. Auch in dieser Hinsicht wäre eine Erweiterung des Versuchsmaterials sehr wünschenswert, ist doch ein wirtschaftliches Entwerfen nur dann möglich, wenn die Bemessungsgrundlagen sichere sind.

8. Druckrohrleitungen.

Wird die Zuleitung des Wassers vom Wasserschloß zu den Turbinen als Druckrohrleitung ausgeführt, so bestehen für deren Anordnung zwei Möglichkeiten, nämlich die offene oder die verdeckte Verlegung.

Für die offene Führung der Druckrohrleitungen sprechen die ständige Zugänglichkeit und die dadurch gebotene Möglichkeit, die Notwendigkeit vorzunehmender Ausbesserungsarbeiten, wie Erneuerung des Außenanstriches usf., rechtzeitig feststellen und diese Arbeiten jederzeit ohneweiters auch durchführen zu können.

Für eine verdeckte Verlegung dagegen ist die Sicherheit der Leitung gegen Steinschlag, stürzende Bäume und Sabotageakte sowie der Schutz gegen ein allfälliges Einfrieren ins Treffen zu führen; hierzu kommt noch, daß eine verdeckte Leitung ruhiger liegt, weil sie den Einflüssen der täglichen und jährlichen Schwankungen der Außentemperatur mehr oder weniger entzogen ist.

In der Linienführung sind hauptsächlich zwei Bauweisen zu unterscheiden:

Bei der einen wird die Rohrleitung in einzelne gerade Teilstrecken zerlegt. In den Knickpunkten gelangen große Verankerungsklötze aus Beton zur Ausführung, welche die Krümmer aufnehmen. Die einzelnen Teilstrecken selbst sind längsbeweglich gemacht, indem man knapp unter den einzelnen Knickpunkten Ausdehnungsvorrichtungen einschaltet, die teils als Stopfbüchsen, teils als Scheibendilatationen ausgebildet werden; die Ausdehnungsvorrichtungen bringen die durch die Temperaturkräfte bewirkten Längenänderungen zum Ausgleich.

Bei der anderen Bauweise werden die Rohrstränge zum Teil in der Geraden, zum Teil in flachen Krümmungen geführt. Verankerungen gelangen vor allem an den beiden Enden, im Bedarfsfalle aber auch dazwischenhinein, zur Anwendung. Ausdehnungsvorrichtungen werden nicht eingebaut, der Längenausgleich vollzieht sich durch seitliches Ausweichen der Rohrleitung, vor allem in den Krümmungsstellen, weshalb die Verankerungen hier nicht mit den Knickpunkten der Leitung zusammengelegt werden.

Häufig fällt die offene Verlegung mit der ersten Bauweise, die verdeckte Verlegung dagegen mit der zweiten zusammen.

Einer richtigen Bemessung der erwähnten Verankerungsblöcke kommt nicht nur technisches, sondern auch wirtschaftliches Interesse zu, handelt es sich doch dabei um recht ansehnliche Betonmengen; so besitzen die sieben Festpunkte der 1450 m langen, im Vollausbau aus drei Rohrsträngen bestehenden, oben 950 und unten 650 mm weiten Druckrohrleitung des Spullerseewerkes einen Gesamtinhalt von 3600 m^3, entsprechend einem Gewicht von 7900 t.

Eine zusammenfassende Berechnung der maßgebenden Kräfte ist zum ersten Male von Th. Koehn angegeben worden,[49]) die bis vor kurzem allgemein in Geltung stand. In jüngster Zeit hat die Frage der auftretenden Kräfte im Zusammenhange mit dem Bau des Spullerseewerkes der österreichischen Bundesbahnen durch Ministerialrat Ing. Dr. A. Hruschka[50]) eine neuerliche, sehr eingehende Untersuchung erfahren, durch welche in der älteren Berechnungsweise mehrere grundlegende Fehler nachgewiesen wurden, so daß diese Berechnungsweise heute überholt erscheint.

[48]) Bisher unveröffentlicht.
[49]) Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III. Teil, Wasserbau, 13. Bd. Ausbau von Wasserkräften, Leipzig (1908).
[50]) Elektrotechnik und Maschinenbau 40 (1922), Nr. 46/47.

Digitized by Google

9. Schlußwort.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß es die verhältnismäßig rasche Entwicklung des Ausbaues der Wasserkräfte, und namentlich der speicherfähigen Anlagen, mit sich gebracht hat, daß die Ausführung vielfach der noch mangelnden Erfahrung vorauseilen mußte. Um so wichtiger ist es daher, die sich nach Fertigstellung des Werkes zeigenden Erscheinungen zu beobachten, sie zu sammeln und auszutauschen; als Beitrag in diesem Sinne wollen auch die vorliegenden Ausführungen verstanden sein. (W. 204.)

Rundschau

Wasserkraftanlagen

Dammbauten auf durchlässigem Grund ohne dichtenden Kern[1]) An dem Kraftwerk des schwedischen Staates bei Motala wurde ein Dammbau nach einem, so viel man weiß, bisher nicht bekannten Verfahren ausgeführt, dessen allgemeine Darlegung nach nunmehr anderthalbjähriger Bewährung angezeigt sein dürfte. Wir folgen dabei einer Veröffentlichung von Kapitain Nils Westerberg in „Teknisk Tidskrift, Väg-och Vattenbyggnadskonst" 1, v. J. 1924 und versuchen, den Gedanken selbst hier kurz wiederzugeben, ohne auf die Einzelheiten der Ausführung bei Motala und die dort wiedergegebenen Zeichnungen zurückzugreifen.

Für Dämme auf durchlässigem Grunde dürfte es — wenigstens auf unserer Seite des Atlantischen Ozeans — immer als notwendig angesehen worden sein, zur Verhinderung von Unterspülung eine dichtende Wand oder einen Kern in Verbindung mit dem unterliegenden dichten Grund auszuführen. Eine solche Bauweise war auch im Plan für das Kraftwerk bei Motala vorgesehen, sie kam aber nur soweit zur Ausführung, als die Schachtungstiefe gering war und als sich die Arbeit über dem natürlichen Grundwasser vollzog und daher mit unbedeutendem Kostenaufwand durchführen ließ. Als aber mit Erreichung des Grundwassers Schwierigkeiten auftraten, wurden Sachkundige berufen behufs Erhebung, in welcher Weise die verhältnismäßig kostspielige Arbeit ausgeführt werden sollte.

Den Untergrund bildet eine Lehmart, sog. pinlera, eine besonders harte, dichte und feste Grundmoräne aus blaugrauem Lehm mit ganz reichlich eingemengtem Steinmaterial von wechselnden Ausmaßen. Als Baugrund war diese Eiszeitbildung besonders vorteilhaft. Allerdings konnte der für die Betonierungen erforderliche Schotter aus der Moräne nicht gewonnen werden, dagegen eignete sich das Material auf Grund seines vereinigten Lehm- und Steingehaltes recht gut für Auffüllung der langen Erdwälle, die mit den Aufdämmungen für das Kraftwerk verbunden waren. Das Kraftwerk selbst liegt auf einem Rücken dieser Moräne. Weiterhin aber senkt sich die Moräne und wird von ganz mächtigen Kies- und Sandschichten überlagert. Eine dichtende Wand hätte von der Erdoberfläche ausgerechnet bis zu 17 m Tiefe erhalten.

Man kam daher auf den Gedanken, an Stelle dieses Kernes eine Entwässerung auszuführen, die auf sichere Weise das Wasser fortleiten könnte, das nach Aufdämmung des Wasserstandes nach Berechnung die Kieslager durchsickern könnte. An Stelle eines dichten Dammes sollte hierbei ein im Grunde durchlässiger Damm erzielt werden, wobei durch sichernde Anordnungen dafür gesorgt werden mußte, daß das Sickerwasser keinen Schaden verursachte. Zu diesem Behufe wurden Beobachtungen über die natürliche Menge des Grundwassers und über die Höhenveränderungen, aber auch Infiltrationsversuche und Probeentnahmen vorgenommen, um die Wasserdurchlässigkeit in den Schichten über dem natürlichen Grundwasserstand zu ermitteln. Die Berechnungen waren einigermaßen unsicher, aber man stellte doch als wahrscheinlich fest, daß die Sickerwassermenge nach der künftigen Aufdämmung 60 l/sec. nicht übersteigen würde, eine Wassermenge, die einerseits ohne Schwierigkeit abgeleitet werden konnte und die auch anderseits keinen nennenswerten Verlust für das Kraftwerk bedeutete. Die Berechnungen erwiesen sich später auch als ziemlich richtig. Insoferne weiterhin eine Verschlammung eintritt, wird die schließliche Sickerwassermenge sogar kleiner sein; da das hier in Frage kommende Wasser des Vättern aber besonders klar und schlammarm ist, darf man sich erst recht spät eine Wirkung von dieser Verschlammung erwarten. Jedenfalls wird es wissenschaftlich und vielleicht auch praktisch von Belang sein, durch Messungen den weiteren Verlauf zu beobachten. Am oberen Endpunkte der Entwässerungsleitung wurde zur Hebung der Leistung ein Senkbrunnen ausgeführt, in den eine mit Filtriertuch versehene, durchlöcherte Kupferröhre abgelassen wurde, die mit Kiessand und Schotter umhüllt wurde. Die Entwässerungsleitung wurde aus Zementröhren, die auf der Unterseite durchlöchert waren und auf einer Bettung von gesiebtem Kies und Schotter verlegt wurden, ausgeführt. Das Ganze wurde zur Verhütung der Verschlammung und zur Druckverteilung mit einer Betonplatte überdeckt, worauf der Graben mit vorhandenem Material zugefüllt wurde. Besichtigungsschächte wurden in geeigneten Abständen angelegt. Die Fortsetzung der Leitung durch die dichten Bodenschichten wurde mit Eisenröhren ausgeführt, die ohne Abnützungsgefahr in stärkerer Neigung als die Zementröhren verlegt werden konnten. Der Erdwall wurde mit dem in reichlicher Menge aus dem Ablaufkanal herausgeschachteten „pinlera" ausgeführt und zur Abminderung des Sickerwassers wurde eine Dichtungsschichte stromaufwärts aus dem gleichen Material aufgeführt. Man erzielte durch diese Maßnahme bei der Ausführung eine Einsparung von beiläufig 500 000 Kr. Dr. S.

Das Kraftwerk Pfreimtalsperre der Oberpfalzwerke. In Heft 20, S. 370, hatten wir kurz über die Eröffnung dieses Werkes berichtet und lassen einige technische Angaben über die Anlage folgen. Die Staumauer hat eine Länge von 107 m, 17 m Höhe und eine Sohlenbreite an der tiefsten Stelle von 11 m mit einer Kronenbreite von 3 m. Als Hochwasserentlastungsanlage wurden ein Grundablaß, zwei Ueberfallschützen und vier Eis-Ueberfallschützen, die bei einer Stauhöhe von einem Meter über dem normalen Stau etwa 350 m³/sec abzuführen in der Lage sind, errichtet. Der durch die Mauer angestaute See ist 2,5 km lang und hat bei einer Oberfläche von 150 000 qm einen Inhalt von 600 m³. Der normale Stauspiegel liegt auf einer Höhe von 455,00 über N. N., der normale Unterwasserspiegel liegt 442,5 über N. N., so daß sich ein Nettogefälle von 12,5 m ergibt.

Zurzeit sind in dem Kraftwerk zwei Turbinen für eine Schluckfähigkeit von 11 m³ zur Stromerzeugung installiert. Die beiden Turbinen sind mit einem Drehstrom-Generator mit einer Leistung von 875 kVA gekuppelt. Die Maschinen erzeugen Drehstrom von 6000 Volt Spannung. In einer Transformatorenanlage wird der 6000-Volt-Maschinen-Strom auf eine Spannung von zurzeit 20 000 Volt umgeformt und so in das bestehende Netz abgegeben, später soll eine direkte Verbindungsleitung mit dem allgemeinen 35 000-Volt-Netz der Oberpfalzwerke hergestellt werden. Das jetzt dem Betrieb übergebene Wasserkraftwerk an der Pfreimd soll in der Hauptsache zu Spitzendeckungen herangezogen werden sowie auch ein Stützpunkt für die Elektrizitätsversorgung in der nördlichen Oberpfalz sein.

Das Gesamt-Projekt für die Ausnutzung der Wasserkräfte an der Pfreimd sieht zwei Kraftwerke vor, wovon das erstere jetzt in Betrieb genommen wurde, während die zweite Stufe, die ein Gefälle von etwa 72 m haben wird und eine Spitzenleistung von 10 000 kW leistet, im Projekt bereits fertig vorliegt, aber erst nach Eintritt besserer wirtschaftlicher Verhältnisse seiner Verwirklichung entgegengehen kann.

[1]) Nach Kapten Nils Westerberg, Teknisk Tidskrift 1924, Heft 1.

Digitized by Google

Neben dem neuen Kraftwerk Pfreimdtalsperre besitzt die Oberpfalzwerke-A.-G. für Elektrizitätsversorgung bekanntlich das Kraftwerk Ponholz, das in unmittelbarer Verbindung mit dem Braunkohlenbergwerk Haidhof steht. (W. 272.)

Das Wasserkraftwerk Zülow. Das Mitte August in Betrieb gesetzte Werk nutzt das etwa 20 m betragende Gefälle der Mildenitz zwischen dem Rothener und dem Sternberger See aus. Dem Werk wird vom Rothener See das Wasser durch einen Oberkanal zugeführt. Der Oberkanal endet in einem Wasserschloß, von dem aus ein Eisenbeton-Rohr den beiden im Kraftwerk aufgestellten Spiral-Turbinen von je 675 PS das Betriebswasser zuführt. Vom Kraftwerk aus wird Wasser durch den Zülower See in den Sternberger See geleitet. Ober- und Unterkanal haben eine Gesamtlänge von ungefähr 9 km. Die mit den Turbinen auf horizontaler Welle gekuppelten Drehstrom-Generatoren haben eine Leistung von je 500 kW mit einer Spannung von 6300 V. Der im Kraftwerk erzeugte Strom, im Jahre 1,5 bis 2 Millionen kWh, wird auf die Fernleitungsspannung von 15 000 V umgespannt. Vom Kraftwerk gehen vier Hochspannungsfernleitungen aus, welche einmal den Strom über das Land verteilen und außerdem die Verbindung mit den Wasser- und Wärmekraftwerken in Neustadt und Hechtsfortschleuse bei Grabow herstellen.

Das neu erstandene Kraftwerk ist das erste Wasser-Spitzenkraftwerk von Mecklenburg-Schwerin. Es wird vornehmlich dazu dienen, in betriebsschwachen Stunden das Wasser des Rothener Sees aufzustauen, um es dann in Zeiten der höchsten Beanspruchung in vollem Umfange zur Krafterzeugung auszunutzen. (W. 241.)

Blankenburg a. Harz. Die Bergbau A.G. Lothringen beabsichtigt die Errichtung eines neuen Kraftwerkes an der Bode bei Rübeland. —

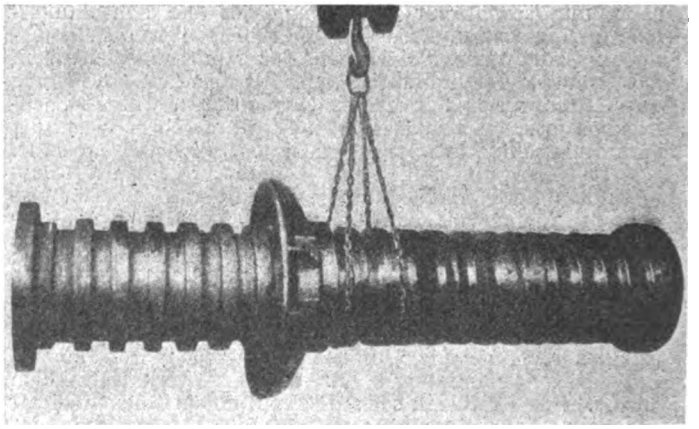
Wasserkraftwerk Dahlen-Riga. Die ersten Untersuchungen über den Ausbau der Düna (Daugava) oberhalb Rigas fallen in die Zeit der Ausarbeitung eines Projektes des Wasserweges Riga—Cherson in den Jahren 1905 bis 1914. Der Frage der Energieerzeugung ist man dann in den Jahren 1919 bis 1920 nähergetreten, es sollte dabei aber auch den Bedürfnissen der Schiffahrt Rechnung getragen werden, weshalb das Wasserkraftwerk so zu projektieren war, daß der spätere Ausbau des Wasserweges keinen zu großen Umbau erfordern würde und die Arbeiten ohne Unterbrechung der Tätigkeit des Wasserwerkes auszuführen wären.

Die geologischen Untersuchungen ergaben, daß unter den Dolomitschichten des Flußbettes wasserundurchlässige Platten-Mergel-Schichten liegen, die eine genügende Sicherheit für die Anlage von Fundamenten bieten. Die mittlere Jahreswassermenge läßt sich auf Grund des Beobachtungsmaterials für 34 Jahre auf 638 cbm/sek. bestimmen und kann, worauf der Nationalökonom Professor C. Ballod aufmerksam macht, durch das große Reservoir des Lubahnschen Sees auch für die wasserärmste Zeit des Jahres sichergestellt werden.

Bei der Ausarbeitung eines Projektes, zu dem eine größere Anzahl von Plänen vorliegen, war das Hauptaugenmerk darauf zu richten, die Kosten des vorläufigen Ausbaues nach Möglichkeit zu verringern und dieselben mit dem voraussichtlichen Energieverbrauch in Einklang zu bringen. Ueber den augenblicklichen Energiebedarf der Stadt Riga und seinen weiteren Anwuchs gibt das Riga'sche Elektrizitätswerk folgende Uebersicht: Ende 1924 wird das Elektrizitätswerk vier Turbo-Aggregate von zusammen 17 300 kW-Leistung aufweisen. Die vorhandenen Gebäude und übrigen Anlagen lassen noch einen weiteren Ausbau bis etwa 25 000 kW zu. Nach wenigen Jahren würde sich somit die Stadt gezwungen sehen, an den Bau einer neuen Zentrale zu gehen, wenn in dieser Zeit keine vorteilhafteren Energiequellen erschlossen werden. Des weiteren steht auf der Tagesordnung der nächsten Zukunft die Frage der Elektrisierung der Strandbahnen (benötigter Energiebedarf etwa 10 Millionen kWh im Jahre) und eventuell der elektrische Ausbau eines Teiles der neuen Bahnlinie Riga—Lemsal bis zum Strande, sowie die Errichtung einer elektro-chemischen Fabrik für die Erzeugung von Kalkstickstoff für die Landwirtschaft Lettlands.

Um den Bau der Dahlen'schen Kraftstation zu rechtfertigen, müßte der Preis der erzeugten Energie nicht höher sein, als der von der Stadt errechnete, der vom Elektrizitätswerk für das Jahr 1928 bei einer Erzeugung von 45 Millionen kWh auf 3,4 Letten-Rubel pro 1 kWh veranschlagt wird (auf Grund der augenblicklichen Kohlenpreise von etwa 34 Rubel pro ein Pud franko Elektrizitätswerk). Professor Ballod kommt aber auf Grund eingehender Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die Rentabilität des Unternehmens auch bei einer Energieabgabe zum Preise von 1,5 Rubel gewährleistet sei. Deshalb ist dem geplanten Wasserwerk die gebührende Aufmerksamkeit zuzuwenden und zu hoffen, daß seine Ausführung bald in Angriff genommen wird. Die Größe der Anlage hängt von der endgültigen Lösung der technischen Fragen, wie auch von der Beschaffung der erforderlichen Geldmittel ab. (D. A. Z.) (W. 242.)

Die Druckrohrleitung des Kraftwerkes Venaus, über dessen unter einem Gefälle von 1035 m arbeitende Turbinen wir in Heft 14, S. 252, berichtet hatten, besteht aus drei parallelen Strängen von je 2350 m Länge und 1000 bis 600 mm l. W. Die statische Druckhöhe ist 1097,2 m. Die Blechstärken (S. M. Flußeisenblech) sind bei den glatten Rohren für eine Materialbeanspruchung von 750 kg/cm² im vollen Blech gerechnet, die Rohre mit Wassergas geschweißt. Bei Wandstärken über 28 mm wurden „bandagierte" Rohre verwendet unter Zulassung einer Beanspruchung von 850 kg/cm². Diese Rohre bestehen nach Abbildung 1 aus einem normalen geschweißten



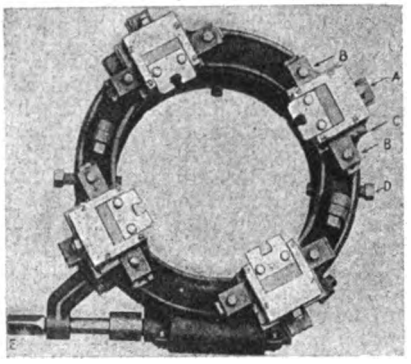
Bandagiertes Rohr.

Kernrohr, über welches nahtlose Bandagenringe gezogen sind aus einem Material von 45—60 kg/mm² Bruchfestigkeit bei 18 v. H. Dehnung. Bis zu 24 mm Wandstärke sind die 6 m langen Rohre mit konischen Muffen vernietet, sodann folgen genietete Laschenverbindungen und in der untersten Zone Gewindeflanschen mit Gummidichtung. Die Rohre wurden im Werk mit 150 v. H. des normalen Druckes abgepreßt, außerdem wurde jeder Strang nach dem Verlegen zonenweise nach Abflanschen je 30 Minuten lang nochmals mit 150 v. H. abgepreßt, wozu die Leitung in acht Zonen geteilt war, deren oberste mit 10,5 atm und deren unterste mit 164,9 atm geprüft wurde. — Die genieteten Laschenverbindungen erwiesen sich als vorzüglich und können bis zu 1000 m Wasserdruck einwandfrei verwendet werden, wenn die Rohrenden sowie die Laschenringe sauber konisch gedreht und zusammengefaßt sind. Es ist dies für Hochdruckleitungen bei größeren Wandstärken die beste Verbindung. — Die Abbildung 1 läßt noch den Verankerungsring zur Aufnahme des Schubes im Festpunkt erkennen. (Schweiz. Bztg. 1924, Bd. 84, H. 16.) (W. 250.) Rdl.

Eine Rohrschneidemaschine. Die in der Abbildung wiedergegebene Rohrschneidemaschine wird jetzt für Rohre bis

Digitized by Google

zu 0,3 m ausgeführt und von der Borden Co., Warren, Ohio, hergestellt. Das Prinzip dieser Schneidemaschinen beruht auf der Anwendung von Messern, die wie Drehstähle arbeiten und das Rohr in kurzer Zeit ohne Gratbildung abschneiden, indem sie bei jeder Umdrehung einen dünnen Span abnehmen. Die Messer stellen sich selbsttätig ein. Sie sind aus Vanadiumstahl gefertigt und ihre Schnittiefe wird be-



Rohrschneidemaschine.

grenzt durch Backen, die sich auf die Rohrwand aufsetzen. Der Antrieb kann von Hand oder mit Motor erfolgen. Von der Getriebewelle werden die Messer durch Zahnradübertragung in Drehung versetzt. Als besonderer Vorteil wird angegeben, daß man die Schneidemaschine, da sie beim Schneiden feststeht, auch bei beschränktem Raum oder in Gräben verwenden kann. (Engineering News Record vom 15. 5. 1924.) (W. 231.) Ge.

Verlegen von Wasserleitungen großen Durchmessers in Sumpfgelände. Beim Verlegen von 4,5 km eisernen Rohrleitungen von 1,2 m lichtem Durchm. durch ein sumpfiges Gelände in New Orleans waren bei Anfuhr, Verlegen und Unterhaltung der Rohre außerordentliche, sonst nicht auftretende Schwierigkeiten zu überwinden. Die Lagerung des Rohrstranges mußte oft auf Pfahlrosten und teils sogar auf I-Trägern erfolgen. Besondere Sorgfalt wurde der Aus-

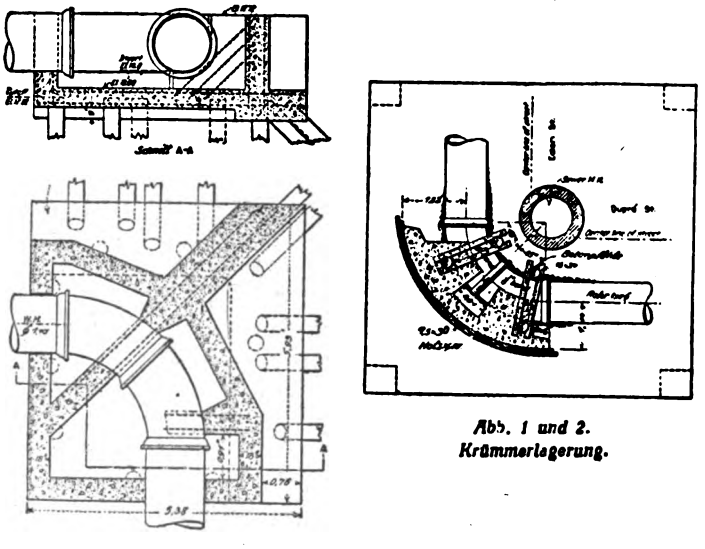


Abb. 1 und 2.
Krümmerlagerung.

bildung der Lagerung an starken Krümmungen zur Aufnahme der dort auftretenden horizontalen Kräfte zugewandt. In Abbildung 1 und 2 sind zwei Normalausbildungen wiedergegeben, von denen die der Abbildung 2 in Eisenbeton ausgebildet ist. Die Zeichnungen bedürfen im übrigen keiner weiteren Erläuterung. Die angegebene Ausführungsart der Festpunkte hat sich gut bewährt. (W. 229.) Ge.

Geschäftliches

Tiroler Wasserkraftwerke A. G. In einer in Innsbruck abgehaltenen außerordentlichen Generalversammlung wurde die Erhöhung des Aktienkapitals von nominal 20 Milliarden auf nominal 30 Milliarden Kronen beschlossen. Die der Gesellschaft so zufließenden Mittel sollen zur Fortsetzung der sowohl am Achensee als auch in der Nähe von Jenbach begonnenen Arbeiten zum Ausbau der Achensee-Kraftwerke verwendet werden. (W. 262.)

Vorarlberger Illwerke. Am 6. November wurde die „Vorarlberger Ill-Werke G. m. b. H." gegründet. Das Stammkapital beträgt 2 Millionen Schweizer Franken. Davon hat das Land Vorarlberg 300 000 Franken, der Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke in Biberach 850 000 Franken und die Großkraftwerke Württemberg A.-G. in Heilbronn 850 000 Franken übernommen. Die Gesellschaft hat sich den Ausbau der großen Wasserkraftanlage am Lüner-See und an der oberen Ill zur Aufgabe gesetzt. Die Gründung erfolgte in Auswirkung des im August 1922 zwischen dem Lande Vorarlberg und dem Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke und der Bündner Kraftwerke A.-G. in Chur abgeschlossenen Vertrags. An Stelle der Bündner Kraftwerke A.-G. ist bekanntlich das Großkraftwerk Württemberg A.-G. in Heilbronn getreten. Zu Geschäftsführern (Vorstand) wurden bestellt die Herren Adolf Pirrning, Direktor des Bezirksverbandes Oberschwäbische Elektrizitätswerke in Biberach und Ludwig Ziegler, Direktor der Großkraftwerk-Württemberg-A.-G. in Heilbronn. Als Beamter mit Handelsvollmacht wurde Herr Baurat Karl Huber in Bregenz bestellt.

Der erste Aufsichtsrat besteht aus folgenden zwölf Mitgliedern: Landeshauptmann Dr. Otto Ender, Vorsitzender, Dr. Franz Schenk, Freiherr von Stauffenberg in Rißtissen (1. Stellvertreter), Oberamtmann Karl Eisele in Weinsberg (2. Stellvertreter), Adam Digel, Verwaltungsdirektor in Ochringen, Friedrich Egger, Direktor in Frankfurt, Dekan Barnabas Fink in Bregenz, Adolf Mayer, Direktor in Biberach, Dr. Anton Michel, Präsident in Stuttgart, Ruile, Brauereidirektor in Ravensburg, Professor Bernhard Salomon, Generaldirektor in Frankfurt a. M., Weishan, Bergrat in Lauchertal, Dr. Anton Zumtobel, Abgeordneter in Dornbirn. Die Gesellschaft wird nach Feststellung der Wirtschaftlichkeit die ausgiebigen Speicherwerke an der oberen Ill und deren Zuflüssen Zeinis und Kops, sowie am Lüner-See ausbauen und die erzeugte elektrische Arbeit in weitgehendem Maße nach Deutschland, insbesondere nach Württemberg, ausführen. Bei Vollausbau werden 300 bis 400 Millionen Kilowattstunden im Jahre mit einer Durchschnittsleistung von etwa 50 000 PS nutzbar gemacht. Die Gefällstufen der einzelnen Werke liegen zwischen 350 und 1350 m. Die Speicherung der Wassermengen ermöglicht bei den Höhen-Nutzgefällen eine außerordentliche Erhöhung der Ausbauleistung und bildet damit eine wertvolle Ergänzung zu den vorhandenen Niederdruckflußkräften. Die Bauzeit ist auf fünf bis sieben Jahre veranschlagt. (W. 280.)

Vereine — Versammlungen

Leichtmetall-Tagung der Gesellschaft für Metallkunde im Verein Deutscher Ingenieure vom 20. bis 22. November 1924 in München, veranstaltet vom Bayerischen Bezirksverein Deutscher Ingenieure und vom Polytechnischen Verein in Bayern, verbunden mit einer wissenschaftlich-technischen Aluminiumausstellung im Warenhause Hermann Tietz, München, vom 17. bis 22. November 1924, veranstaltet von der Aluminium-Beratungsstelle in Berlin. Die Tagung verfolgt den Zweck, eine möglichst vollständige Aufklärung über den Stand der Technik des Aluminiums und der Leichtlegierungen zu bringen. Sie behandelt in einer Reihe von Vorträgen die Rohstoffe, ihre Lagerstätten und Verarbeitung, die Aluminiumherstellung und -Weiterverarbeitung, die Eigenschaften des reinen Aluminiums und seiner Legierungen und die gesamten Anwendungen auf Grund praktischer Erfahrungen. Die veranstaltenden Vereine, der Bayerische Bezirksverein Deutscher Ingenieure und der

Digitized by Google

Polytechnische Verein in Bayern laden zu einer zahlreichen Teilnahme an der Leichtmetall-Tagung ein. Tagungsordnung: Donnerstag, 20. November 1924, vormittags, im Festsaal des Hotels Union, Barerstraße 7: 9 Uhr 30 Begrüßungsansprache: Professor Dr. Loschge, München; 10 Uhr 15 1. Vortrag: Die deutsche Aluminium-Industrie und die wirtschaftliche Bedeutung des Aluminiums: Krall, Vorsteher der Aluminium-Beratungsstelle, Berlin; 11 Uhr 2. Vortrag: Die bayerische Aluminium-Industrie: Ministerialrat Sterner, München. Nachmittags: 2—6 Uhr Besuch der wissenschaftlich - technischen Aluminiumausstellung im Warenhaus Hermann Tietz, Bahnhofplatz 7. Kurze Erläuterungen und Auskünfte werden von Fachleuten an Ort und Stelle gegeben. Abends in der Technischen Hochschule, Hörsaal 532, Eingang Turmbau, Gabelsbergerstraße: 6 Uhr 3. Vortrag: Allgemeine Verwendung des Aluminiums: Dr. Sterner-Rainer, Neckarsulm; 7 Uhr 4. Vortrag: Anwendungen des Aluminiums in der chemischen Industrie: Professor Dr. Maximilian Freiherr von Schwarz, München; 8 Uhr: Geselliges Beisammensein mit Damen. Ort wird bei Beginn der Tagung bekanntgegeben. Freitag, 21. November 1924, nachmittags 2—6 Uhr: Besuch der wissenschaftlich - technischen Aluminiumausstellung wie am 20. November. Abends, im Festsaal des Hotels Union, Barerstraße 7: 6 Uhr 5. Vortrag: Vorkommen und Lagerstätten der Rohstoffe: Professor Dr. Harrassowitz, Gießen; 7 Uhr 6. Vortrag: Eigenschaften des Aluminiums und seiner Legierungen: Professor Dr. Guertler, Berlin. Aussprache. Samstag, 22. November 1924, vormittags, in der Technischen Hochschule, Hörsaal 103, Eingang Theresienstraße: 9 Uhr 30: Aussprache über die Vorträge 3 bis 6. Nachmittags und abends in der Technischen Hochschule, Hörsaal 532, Eingang Turmbau, Gabelsbergerstraße: 2 bis 5 Uhr Vorträge über die Aluminium-Legierungen: Duralumin, Elektron, Aludur, Silumin, Skleron, Lautal; 5 Uhr 30 Letzter Vortrag: Verwendung des Aluminiums in der Elektrotechnik: Oberingenieur W. Wunder, Berlin. Aussprache. — Anschließend an die Tagung findet am Sonntag, 23. November 1924, eine Besichtigung der Wasserkraftanlage des Innwerkes in Töging statt. Zu dieser auf Einladung des Innwerkes angesetzten Besichtigung ist besondere Anmeldung erforderlich, und zwar zusammen mit der Anmeldung zur Tagung (Schlußtermin 17. November!); gleichzeitig sind für die Eisenbahnfahrt München-Ostbahnhof—Töging und zurück Mk. 5.— einzuzahlen. Die Fahrkarten werden am Samstag gegen Vorzeigung des Zahlkartenabschnittes ausgehändigt.

Deutsche Verkehrsausstellung 1925. „Presse und Verkehr", das für deutsche Journalisten offene Preisausschreiben der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925, dessen Bewerbungsfrist am 1. November abgelaufen ist, hat eine sehr erfreuliche Beteiligung erfahren. Aus allen Teilen des Reiches, aus Deutsch-Oesterreich und aus dem Ausland sind von Vertretern der deutschen Presse zahlreiche Einsendungen eingegangen. Die Entscheidung über die beste Arbeit, für die ein Preis von 1000 G.-M. ausgesetzt ist, wird am 1. Dezember 1924 verkündet werden.

Ueber die aus den Kreisen der Journalistik und der wissenschaftlichen Zeitungskunde ergangene Anregung, der Presse einen Raum auf der Ausstellung selbst einzuräumen und insbesondere den heutigen hohen Stand des Nachrichtenverkehrs zu veranschaulichen, werden von der Ausstellungsleitung mit dem Verein Deutscher Zeitungsverleger und dem Reichsverband der Deutschen Presse Verhandlungen geführt. (W. 273.)

Tagung des Südwestdeutschen Kanalvereins. Von Regierungsseite wurde soeben im Württembergischen Landtag darauf hingewiesen, daß in der Neckarkanalfrage jetzt der Zeitpunkt gekommen sei, wo diese für unser Land und Volk so wichtige Frage in ihrer ganzen wirtschaftlichen und finanziellen Tragweite in aller Oeffentlichkeit erörtert und klargestellt werden muß. Die nächste Mitgliederversammlung des Südwestdeutschen Kanalvereins, die am 14. und 15. November in Stuttgart stattfindet, dient in erster Linie dieser Klarstellung. Zwei öffentliche Vorträge werden sich mit der Neckar-Großschiffahrtsstraße befassen: Strombaudirektor Konz von der Neckar-A.-G. - - dem bekanntlich der Ausbau des Neckars von Mannheim bis Plochingen für Großschiffahrt und Wasserkraftnutzung übertragen wurde — wird an Hand von Lichtbildern ausführliche fachmännische Angaben über den „Stand der Bauarbeiten am Neckarkanal" machen, während Regierungsrat Dr. Werner Teubert (Potsdam) den „Verkehr und Ertrag der Neckarwasserstraße" unter Zugrundelegung der heutigen Wirtschaftsverhältnisse behandeln wird. Angesichts der hohen Tarifsätze der Eisenbahn, die sich im südwestdeutschen Wirtschaftsleben mit seiner Abgelegenheit von den großen Rohstofflagern und Bodenschätzen des übrigen Deutschlands besonders ungünstig auswirken, wird der letztere Vortrag von großem Interesse sein. Den Abschluß der Tagung bildet eine Besichtigung der Kanalbauarbeiten in Neckarsulm und Kochendorf, sowie der Heilbronner Hafenbaupläne im Rathaus der Stadt Heilbronn. W. 264.)

21. Jahresversammlung des Vereins Beratender Ingenieure e. V. (V.B.I.). Der Verein, in welchem die vollkommen unabhängigen, selbständigen, nicht liefernden, sondern rein beratenden Ingenieure Deutschlands zusammengeschlossen sind, hielt am 21. und 22. September in Weimar seine 21. Jahresversammlung in Gegenwart zahlreich erschienener Vertreter der Behörden und befreundeter Verbände ab. In seiner Begrüßungsansprache wies der Vorsitzende, Beratender Ingenieur V.B.I., Direktor a. D. Plümecke (Berlin-Steglitz), darauf hin, daß zum Wiederaufbau unseres Wirtschaftslebens eine Vereinfachung und Verbilligung unserer gesamten Wirtschaftsorganisation und Produktion sowie ein allgemeiner Preisabbau eintreten müsse. Mit der Gewährung von Auslandskrediten allein sei es nicht getan. Der seine Tätigkeit unter Ausschluß von Handels-, Unternehmer- und Fabrikationsgewinnen ausübende beratende Ingenieur sei berufen, an den Wiederaufbauarbeiten unserer Wirtschaft auf Grund seiner vielseitigen Erfahrungen mitzuwirken. Oeffentliche Vorträge hielten: Beratender Ingenieur V.B.I. Dr.-Ing. Schimrigk über „Erfahrungen aus der Praxis des Beratenden Ingenieurs beim Bau von Wasserwerken"; Beratender Ingenieur V.B.I. Dipl.-Ing. Laaser über „Das Energiespeicherproblem, der Wärmespeicher und die Produktion"; Beratender Ingenieur V.B.I. Dr. Lux über „Fabrikbeleuchtung". Die Verhandlungen zeigten die Wichtigkeit der Aufgaben, welche der Ingenieur als reiner Berater im Interesse der Allgemeinheit zu leisten berufen ist. Die Geschäftsstelle des Vereins wurde nach Berlin-Lichterfelde, Roonstraße 35, verlegt. (W. 257.)

Literatur

Zeitschriftenschau.

Abwasserbeseitigung. Die Dimensionierung städtischer Kanäle. Von Ing. Meili. — Schweiz. Bauztg. 1924, Bd. 84, H. 12, S. 137—140; 3 Abbildungen. (Gleichung der Regenintensität, Abflußgleichung, Abflußzeit und Abflußkoeffizient, ungünstiger Regenfall: Regendauer — Abflußzeit, Nachprüfung der Hochwasserformel $q = \varphi_0 \cdot \psi \cdot R'$, Koeffizientenwahl und Richtigbefund der Formel für Kanäle, Bäche und Flüsse auf Grund von Versuchen.)

— Zweistöckige Absitzbecken oder getrennte Schlammfaulbehälter? Von Dr.-Ing. Imhoff. Technisches Gemeindeblatt 1924, H. 13, S. 151—155; 7 Abbildungen. (Verfahren zum Ausfaulen des Schlammes bei Frischerhaltung des Abwassers: zweistöckige Absitzanlagen zeigen keine Nachteile; getrennte Schlammfaulung in Verbindung mit zweistöckigen Anlagen unter Umständen vorteilhaft.)

— Der Einfluß der Jahreszeiten auf den Abfluß in städtischen Kanalisationsanlagen. Von Obering. Fr. v. Bülow. „Ges. Ing." 1924, H. 40, S. 465—470; 8 Abbildungen. (Es wird nachgewiesen, daß es sich zur Erforschung der Abflußvorgänge in städtischen Kanalisationsanlagen unbedingt empfiehlt, Beobachtungen anzustellen, um die Anlagen wirtschaftlich zu machen.)

Digitized by Google

Energiewirtschaft. Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie (vom 4. September 1924). Beschlüsse des schweizerischen Bundesrates. — Schweizerische Wasserwirtschaft 1924, H. 9, S. 161—164. (Wiedergabe des Wortlautes des Bundesratsbeschlusses.)

— Kraftwerkbau- und Kraftexportfragen. Bericht über zwei Vortrags- und Diskussionsabende des Bündner Ing.- u. Arch.-Vereins und des Rheinverbandes in Chur. — Schweizerische Wasserwirtschaft 1924, H. 9, Mitteilungen des Rheinverbandes Nr. 3, S. 8—16. (Vortrag von Dir. Ringwald am 4. 4. 24: „Probleme der Verbilligung der Erzeugung elektrischer Energie"; Referat am 11. 4. 24 von Ing. Rieder und Aussprache über den Kraftexport und die Regelung des Kraftleitungsbaues und der Kraftübertragung. — Der Staat nicht als Unternehmer, sondern als Beteiligter wertvoll; Kraftexport im Austausch der Sommer-Ueberschußwasserkraft gegen fremde Winter-Kohlenkraft und nur, wenn das Ausland nicht billiger wie im Inland verkauft; Stromfortleitung durch ein Einheitsnetz- als korporatives Unternehmen.)

— Ueber Kohlenklauseln. Von Dipl.-Ing. Roß und Kammerer. Zeitschr. d. bayer. Revisionsvereins 1924, H. 19, S. 173—175; 2 Abbildungen. (Die Kohle als Maßstab der Wertverschiebung und der Selbstkosten der Elektrizitätserzeugung; verschiedene Berechnungsarten der Kohlenklausel werden kritisch untersucht. Es gibt einwandfreie Gleichungen für die Kohlenklausel.)

— Neuere Gezeitenkraftanlagen. Von Domath. „Elektrot. Anz." 1924, Nr. 154/5 und 156, S. 847 bis 848 und 855—856; 8 Abbildungen. (Besprechung von drei neueren patentamtlich geschützten Kraftanlagen. — D.R.P. Nr. 380 019, 381 164, 371 587 und 371 136.)

— Nutzbarmachung der Kraftquellen Oesterreichs mit besonderer Berücksichtigung des Absatzes von elektrischer Energie. Referat für die Londoner Weltkraftkonferenz 1924 von Dir. Ing. Kallir. — Die Wasserwirtschaft, Wien, 1924, H. 21, S. 359—360. (Andere Energiequellen, Wasserkräfte, deren Verteilung und Verwendung, hauptsächliche Unternehmungen.)

— Die Ausnutzung der Ueberschußwasserkraft in Italien, der Schweiz und Frankreich. Von H. L. Helliesen. „Tekn. Ukeblad" 1924, Bd. 71, Nr. 15/16, S. 130—133 und 141—142; 4 Abbildungen. (Erörterung der Anwendbarkeit von vier Verfahren: Aufstauen des Nachwassers, Speisen von Akkumulatoren, Aufspeicherung mechanischer und thermischer Energie. Besprechung einiger ausgeführter Anlagen von Wärmespeichern.)

Wasserbau. Bagger als Baumaschinen. Von Dipl.-Ing. Emmerich. — Industrie und Technik 1924, H. 11, S. 237—240; 3 Abb. (Eimerkettenbagger, Löffelbagger, Schaufelrinnen- und Greiferbagger, Kabel- und Schleppkübelbagger. Beschreibung der Bauarten.)

— Gesichtspunkte zur Bauinstallation mit Beispielen vom Bau des Kraftwerkes Wäggital. Von Ing. A. Zwygart, Baden im Aargau. „Schweiz. Bauztg." 1924, Bd. 84, Nr. 7, 8 und 9, S. 77 bis 82, 99—101 und 110—111. 18 Abb. (Besprechung der allgemeinen Zusammenhänge und Richtlinien für die Erstellung brauchbarer Baueinrichtungen bei größerer Wasser-Stollen und Sperrenbauten unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten am Wäggital-Kraftwerk.

— Selbsttätiges Trommelwehr. Zentralblatt der Bauverwaltung 1924, H. 44, S. 384—385; 6 Abbildungen. (Beschreibung eines selbsttätigen Trommelwehres von K. Schön, D.R.P. 354 612; Verbindung eines selbsttätigen Trommelwehres mit Walzen- oder Schützenwehren, so daß beim Heben des Letzteren auch das Trommelwehr über den Wasserspiegel gehoben wird.)

— Probleme des Talsperrenbaues in der

Digitized by Google

Schweiz. „Hoch und Tiefbau", Zürich, 1924, Nr. 36, S. 320—322. (Auszug aus einem Vortrag, gehalten von Dr.-Ing. A. Stucky, Basel, an der Generalversammlung des Wasserwirtschaftsverbandes in Luzern am 31. 5. 1924.)

— Betonzerstörungen durch Grundwasser. Von Dr. H. Lührig. Mitteilungen aus dem chemischen Untersuchungsamt der Stadt Breslau. „Wasser und Gas" 1924, Nr. 20, S. 630—631; eine Abbildung. (Mitteilung von Versuchsergebnissen.)

— Die Schönheit des Ingenieurbaues. Von Professor Stürzenacker. — Z. d. V. d. I. 1924, H. 43, S. 1113 bis 1119; 9 Abbildungen. (Die Schönheit des Ingenieurbauwerkes, d. h. seine Einordnung in die Umgebung nach Linie, Farbe, Fläche und Widerspruchslosigkeit mit seinem Zweck und Baustoff, ist eine wichtige Forderung; bei Wasserkraftanlagen Rücksicht auf Heimatschutz. Erziehung des Ingenieurs zu diesen Gesichtspunkten ist eine notwendige Forderung auch für den Staat.)

Wasserkraftanlagen. Das Wasserkraftwerk von Chancy-Pougny. Von A. Tumerelle. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 1924, Nr. 2, S. 63—71; 12 Abb. (Eingehende Beschreibung der Anlagen: die Gesamtleistung beträgt 35 000 kVA, die Spannung 120 000 V.)

— Das Corfino-Wasserkraftwerk in Toskana. „Rev. Gén. de l'Electricité", 16. Bd., 1924; Nr. 3, S. 143—145; 7 Abb. (Einzelheiten über das Staubecken, die Druckleitung und das Kraftwerk.)

— Ueber die Regelung der Wasserführung bei Wasserkraftanlagen. Von Dipl.-Ing. Kammerer. — Z. d. bayer. Revisionsvereins 1924, H. 20, S. 184 bis 186; 6 Abbildungen. (Wichtigkeit der Stauwerke für Wasserhaushalt und Geschiebeabfuhr; bewegliche Wehre, Stauklappen mit selbsttätiger Einstellung, selbsttätige Abflußregelung zur Konstanthaltung der Ueberfallmenge durch die „Gegendruck-Meßklappe".)

— Die Neugestaltung der Wasserkraftanlage der Seiden- und Zigarettenpapierfabrik Schöller & Hösch, Gernsbach (Baden). Von Dir. H. Meeß, Stuttgart. „Die Bautechnik" 1924, H. 32, S. 353—355, H. 34, S. 373—375; 9 Abbildungen. (Beschreibung der Gesamtanlage des Bauvorganges, des Dachwehres, Gründungsbauweise der einzelnen Bauteile.)

Wasserstraßen. Der Marseille-Rhone-Kanal und die Rhein-Neckar-Donau-Verbindung. Von Regierungsbaumeister W. Stöckle, Stuttgart. „Bauzeitung" 1924, Nr. 12, S. 94—95, 2 Abb. (Besprechung der beiden vorgenannten Kanäle, den 80 km langen Marseille-Rhone-Kanal, dessen interessanteste Kanalstrecke der Tunnel unter dem 250 m hohen Rove-Rücken bildet, sowie den Rhein-Neckar-Donau-Kanal, dessen Bau mit dem Projekt eines Schiffahrtstunnels unter der Alb verbunden ist.)

— Die Wasserstraßenverbindung zwischen Weser und Main. Vortrag von Oberregierungs- und Baurat Inneken, Hannover. „Zeitschrift für Binnenschiffahrt" 1924, Heft 7 und 8. (Eingehende Darstellung des Projektes. An elektrischer Kraft in den einzelnen Staustufen sollen 417 000 Millionen kWh gewonnen werden.)

— Die Rhein-Main-Donau-Wasserstraße. Von Oberregierungsrat Schubert, München. „Ztschr. für Binnenschiffahrt". (Geschichtliches, wirtschaftliches über das Projekt. Beschreibung der zurzeit im Bau befindlichen Anlagen: Untere Mainmühle, Kraftanlage Viereth, Stau- und Kraftanlage Kachlet bei Passau.)

Neue Zeitschriften.

L'Energia Elettrica (Offizielles Organ der „Associazione Nazionale Industrie Elettriche".) Mailand, Foro Bonaparte, 31. Fasc. I, Vol. 1, vom Oktober 1924. — Unter der Leitung von Ing. Carlo Bonomi, des Herausgebers der bekannten „Annali delle utilizzazioni delle acque", ist im Oktober d. J. eine neue elektrotechnische Zeitschrift in Italien ins Leben getreten, welche nach Inhalt und Aus-

SIEMENS-SCHUCKERT
Siemensstadt bei Berlin

Entwurf, Ausführung und Übernahme in Generalunternehmung des baulichen, mechanischen und elektrischen Teiles von
WASSERKRAFT-ANLAGEN

Grundwasserabsenkung, Torkretbau, Gußbeton, Tiefbauten jeder Art und Größe auf Grund langjähriger Erfahrungen

SIEMENS-BAUUNION
G. M. B. H. Kommanditgesellschaft
Berlin SW 11 Schönebergerstraße 3—4 Siemenshaus

Digitized by Google

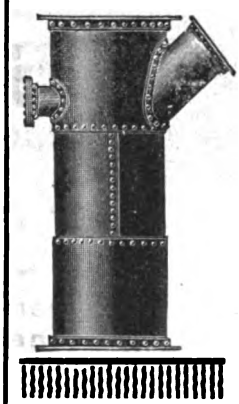
stattung viel verspricht. Nach dem im Vorwort der „Associazione" niedergelegten Programm will sich die Zeitschrift mit den aktuellen Problemen der italienischen Elektrizitätswirtschaft beschäftigen, unter anderem mit der Bahnelektrisierung, mit der Reform der Elektrizitäts-Gesetzgebung, mit Fragen der Vereinheitlichung und Materialbeschaffung, mit der staatlichen Unterstützung für neue Wasserkraftanlagen, mit der Einfuhr elektrischer Energie und der Notwendigkeit eines Schutzzolles hierfür, mit der Frage der Staudämme usw. Das erste Heft bringt den Anfang eines längeren Aufsatzes von Professor Fantoli über Probleme an Staudämmen und deren Arten; er umfaßt im ersten Teil statische Angaben über die Stauanlagen aller Länder und Darstellungen bedeutender Schwerkraftmauern. Ein Aufsatz von Oskar Hofmann behandelt die statische Berechnung von Rohrleitungen aus homogenem Material, aus armiertem Beton und solche mit innerer Blechauskleidung. Dr. G. Siegel behandelt die Elektrizitäts-Gesetzgebung und den Energiepreis in Deutschland. Eine ausgedehnte Rundschau berichtet unter anderem ausführlich über die Weltkraftkonferenz, über die Versorgung Bayerns mit elektrischer Energie, über die Kaplanturbine, über die Elektrisierung der österreichischen Bahnen und anderes mehr. Bei dem gestellten umfassenden Programm und bei dem Interesse, das die Frage der Elektrisierung mit Hilfe der Wasserkraftausnützung in Italien beim Staat wie in den weitesten Kreisen findet, kann in der Zeitschrift eine gute Bereicherung der Fachliteratur erwartet werden, wofür auch der Name des Leiters bürgt. (W. 274.)
Rdl.

Turbinenrohre
Druckrohre
sowie
Rohrleitungen aller Art
genietet und geschweißt liefern:
Eisen- u. Metallwerke G.m.b.H.
FERNDORF (Krs. Siegen)

ZEICHENTISCHE
LICHTPAUSAPPARATE

ADRIAN · BRUGGER
MÜNCHEN · THEATINERSTR. 1&3
FACHGESCHÄFT · FÜR · TECHN · BÜROBEDARF
70/191

August Wolfsholz
Preßzementbau A-G.
Wiederherstellung und Verstärkung schadhafter Bauwerke :: Dichtung von Tunnels, Docks, Schleusen, Schächten und Behältern :: Rettung von Baudenkmälern, Kirchen und Türmen :: Schwierige Fundierungen und Unterfangungen.
Pressbetonpfähle und Spundwände.
Zementeinpressungen.
Bohr- und Zertrümmerungsarbeiten.
Berlin W 9. Wien I.


Turbinenrohre
und alle sonstigen
Rohrleitungen
bis zu den größten Abmessungen
liefern kurzfristig
Gebr. Achenbach
G. m. b. H.
Eisen- und Wellblechwerke
Weidenau—Sieg
Postfach Nr. 316.

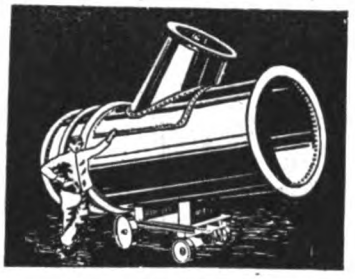
Handhabungssichere Gesteins-Sprengstoffe
Dynamit
Sprengkapseln — Zündschnüre
Elektrische Zünder — Zündmaschinen
Aktiengesellschaft Lignose
BERLIN NW. 40 — Moltkestraße 1, Lignosehaus
Versandabteilung: Aktiengesellschaft Lignose ULM a. D., Frauenstr. 57

Digitized by Google

KUKA

Wir liefern schnell und preiswert

Rohrleitungen, Behälter, Kessel etc.



Turbinenrohre in jeder Ausführung

Erste Referenzen

Maschinenfabrik Keller & Knappich G.m.b.H. Augsburg

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 23 **München, 1. Dezember 1924** **19. Jahrgang**

Kunstbauten in Staudämmen.

Von Berat. Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Leiner, Privatdozent an der Technischen Hochschule München.

Der Bruch des Staudammes an der weißen Desse in Böhmen am 18. September 1916 und neuerdings der Bruch der Gleno-Talsperre in Italien am 1. Dezember 1923 hat das Interesse aller am Talsperrenbau interessierter Kreise wieder auf die Festigkeit und Zuverlässigkeit der Sperrbauten gerichtet.

Beim Dammbruch der weißen Desse zeigte sich an dem Unglückstage Nachmittags an der linken oberen Ecke der luftseitigen Stirn des Grundablasses eine Quelle, die allmählich stärker wurde. Bei dem dann erfolgendem Bruch wurde der dem Grundablaß zunächst liegende Teil — etwa ⅓ der ganzen Dammlänge — fortgerissen, dabei auch ein Teil des gewachsenen Hanges. Wäre das Becken nicht am Tage der Katastrophe etwa zur Hälfte entleert gewesen[1]), sodaß der Abfluß innerhalb 20 Minuten erfolgen konnte, so wäre wohl der ganze Damm von den Fluten fortgespült worden.

Namhafte Fachleute haben bei dieser Gelegenheit[2]), besonders auch in Ansehung früherer Unfälle, den Grundsatz betont, daß man bei Staudämmen unbedingt eine Verlegung des Grundablasses in den Talhang anstreben müsse, um so ein vollkommen gleichartiges Abschlußwerk zu erhalten. So sehr man diesem Wunsche auch beipflichten muß, so selten ist doch die praktische Ausführung desselben möglich. Die Talhänge bestehen dort, wo Staudämme gebaut werden, nur ausnahmsweise aus festem Fels. Die Regel bilden tertiäre, diluviale oder alluviale Ablagerungen, Schuttkegel u. dgl., bei denen der stollenmäßige Ausbau eines Grundablasses nicht nur außerordentliche Kosten verursachen, sondern auch die Gefahr eines Hangbruches geradezu künstlich schaffen würde. Die Lockerung des Bodens neben und über dem Stollen läßt sich schwer, jedenfalls nur durch ausgiebigste Zementeinspritzungen wieder gut machen. Da scheint ein richtig entworfener und gewissenhaft ausgeführter Grundablaß im Staudamm auch nicht schlechter zu sein.

Für Deutschland hat die Frage des Einfügens von Kunstbauten in Staudämmen eine wirtschaftlich sehr wesentliche Bedeutung. Die Wasser- und Energiewirtschaft Mittel- und Norddeutschlands ist unbedingt auf den Staudamm angewiesen, und gleichzeitig sind die wirtschaftlichen Kräfte bis zum äußersten erschöpft. Da bietet der Einbau des Kraftwerkes und sogar der gefürchtete Einbau der Entlastungsanlagen in den Staudamm die Möglichkeit zu sehr erheblichen Ersparnissen: Die Länge der durch Schüttung herzustellenden Staudämme wird erheblich verkürzt, große Mengen an Erdmassen und Baustoff, insbesondere an Beton, werden gespart. Dazu tritt der Vorteil, daß es hierbei möglich ist, in einfacher Weise Notüberfälle zu schaffen, welche die vorhandenen Entlastungsanlagen im Falle größter Gefahr zu unterstützen vermögen. Der Schutz gegen Ueberströmung, also gegen den größten Feind des Staudammes, kann somit erhöht werden. Weiter gestattet die Zusammenlegung aller Kunstbauten in eine einzige Baugrube noch wesentliche Ersparnisse durch geringeren Aufwand und bessere Ausnutzung der Baumaschinen, sowie durch leichtere Bauaufsicht. Auch die Betriebsführung wird insofern später einfacher und sicherer, als man durch zweckmäßigen Entwurf eine gute Uebersichtlichkeit über sämtliche Kunstbauten und den Staudamm ermöglichen kann.

[1]) Zentralblatt der Bauverwaltung 1916, S. 560.
[2]) Die Wasserwirtschaft 1917, S. 1 ff.

Sprechen somit auch sehr bemerkenswerte Vorteile für die Verlegung der Kunstbauten in den Damm, so muß man sich andererseits der hierdurch geschaffenen Gefahrenquellen bewußt bleiben und nach Mitteln und Wegen suchen, die Gefahren nicht nur zu mildern, sondern nach menschlichem Ermessen tatsächlich für jetzt und für alle Zukunft zu beseitigen.

Ein Hauptgrundsatz muß sein, den unvermeidlichen Setzungen der Bauwerke und der Erdmassen und der Verschiedenartigkeit der Setzungsvorgänge beider gerecht zu werden.

Die Erfahrung[3]) hat gezeigt, daß es für den Zusammenhalt des Staumaterials von wesentlicher Bedeutung ist, daß es sich in benachbarten Querschnitten annähernd gleichartig setzen kann. Enge Felsschluchten sind kein geeigneter Platz für Staudämme. Es liegt nahe, diese Erfahrungen auf den Einbau von Kunstbauten in Staudämmen zu übertragen.

Abb. 1. Grundablass des Staudammes in der weissen Desse.

Abb. 1 zeigt den Querschnitt des Grundablasses der gebrochenen Talsperre an der weißen Desse[4]). Wenn auch Zufallserscheinungen nicht gänzlich auszuschließen sind, so scheinen doch die Vorgänge beim Bruch des Apishapa-Staudammes und des Weiße-Desse-Staudammes darauf hinzudeuten, daß die an den Widerlagern des halbkreisförmigen Gewölbes liegenden Ecken gefahrverstärkend gewirkt haben. Es empfiehlt sich jedenfalls, bei Grundablässen jede horizontale Kante am äußeren Umfang des Bauwerkes zu vermeiden. Die Anwendung von Eisenbeton-Plattenbalken muß grundsätzlich ausgeschlossen sein. Man darf hier nicht allein nach statischen Gesichtspunkten arbeiten, sondern muß darnach trachten, den Grundablaß so zu formen, daß ein gleichmäßiges Setzen der anschließenden Erdmassen begünstigt wird.

Es erscheint auch wertvoll, dem Grundablaß genügend Masse zu geben, damit er bei den unvermeidlichen Erschütterungen der Grundablaßrohre nicht mit in Schwingungen gerät. Erschütterungen und Schwingungen des Grundablasses waren wohl bei denjenigen zerstörten Staudämmen, bei denen die Rohre unmittelbar in die Erde gebettet wurden, abgesehen von Ueberströmung, die Hauptursache der Zerstörung. Stellt man sich eine derartige Schwingung vergrößert vor, so übersieht man sofort, daß bei der gegen das Erdreich vortretenden Welle eine Verdichtung der Füllmasse eintritt, der dann bei der negativen Schwingungswelle die Oeffnung eines kleinen Spaltes oder mindestens eine Druckverringerung zwischen Grundablaß und Dammaterial folgt. Das genügt bei größerem Wasserdruck, die Durchspülung und damit die Zerstörung des Dammes einzuleiten. Bei Dämmen muß also die unmittelbare Verlegung wasserführender Rohre in Erde als Kunstfehler gelten, trotzdem derartige Staudämme noch heute stehen.

Das beste Mittel zur Unschädlichmachung kleiner

[3]) Der Bruch des Apishapa-Staudammes (Colorado) Ing. News-Rec. 1924 Referat mit Kritik von F. W. Schmidt in: Deutsche Wasserwirtschaft 1924 S. 69 ff.
[4]) Gebauer, Die Wasserwirtschaft 1917, S. 69.

Digitized by Google

Schwingungen der Bauwerke ist außer der Schaffung von Masse eine solche Bauart der Kunstbauten, daß sich die Anschlußfläche des Erdreiches von selber festigt. Senkrechte Wände sollten dort, wo sie an das Dammaterial anschließen, grundsätzlich vermieden werden während andererseits zu flache Neigungen, die unvermittelt steil werden, wenn möglich, ebenfalls auszuschließen sind, um nicht Verhältnisse ähnlich denen der Steilhänge zu schaffen.

In Anbetracht der Bedeutung des Anschlusses der Erdmassen an die Fläche eines Kunstbaus soll auf diese Frage noch näher eingegangen werden.

Daß die Anschlußfläche eine Fläche verringerten Widerstandes gegen Durchströmung ist, zeigt folgende Ueberlegung: Beim Schnitt durch die Erdmasse würde man auf unzählige kleine Widerstände treffen. Die Sand- und Erdstoffe haben sich vollkommen ineinander „verbissen", derart, daß in die Hohlräume der einen Gruppe in die vortretenden Teile der anderen, z. B. die Kuppen der Sandkörner, hineingreifen. Beim Anschluß an eine glatte Putzwand ist ein solches Ineinandergreifen nicht möglich. Bei Rauputz ist es ähnlich, da die Wand den beweglichen Sandmassen gegenüber ein starrer Partner ist. Weil die Erde der höheren Gewalt des „Setzens" folgen muß, kann der Anschluß sogar stellenweise besonders schlecht werden, wenn nämlich ein Sandkorn auf einen Wandvorsprung trifft. Man muß also zum Ausgleich der verminderten Dichtigkeit der Anschlußfläche wenigstens darnach trachten, daß beim Setzen des Dammes eine erhöhte Pressung des Erdreiches an der Wand eintritt. So ist von deutschen und amerikanischen Ingenieuren wiederholt die Bedeutung geneigter Wände betont worden. Der Dammstoff muß hier beim Setzen ausweichen, wird also gepreßt.

Wie geht nun das „Setzen" des Dammes vor sich? In welchem Ausmaß erfolgt die seitliche Verschiebung? Bei lockerem Schüttstoff wird die Zusammendrückung der einzelnen Schicht proportional der über ihr ruhenden Last sein. Trägt man in einem Koordinatensystem mit dem Nullpunkt 0 gemäß **Abb. 2** die durch die Zusammendrückung der

$$2)\quad z = \int_0^h c_1 \gamma_e \,(h_0 - h)\, h d,$$

$$3)\quad z = \int_0^h c_1 \gamma_e \, h_0 \, dh - \int_0^h c_1 \gamma_e \, h \, dh,$$

$$4)\quad z = c_1 \gamma_e h_0 \, h - \frac{c_1 \gamma_e h^2}{2}.$$

Bei Transformierung der Gleichung auf den in Höhe der ursprünglichen Schüttung h_0 auf der Kurve liegenden Punkt O_1 als Koordinaten-Nullpunkt mit den Koordinaten x (Abszisse) und y (Ordinate) findet man

$$5)\quad z = z_0 - x,$$
$$6)\quad h = h_0 - y$$

und mit bezug auf Gl. 4

$$7)\quad z_0 - x = c_1 \gamma_e h_0 \,(h_0 - y) - \frac{c_1 \gamma_e}{2} (h_0 - y)^2,$$

$$8)\quad z_0 - x = \frac{c_1 \gamma_e h_0^2}{2} - \frac{c_1 \gamma_e}{2} y^2.$$

Für $x = 0$ ist $y = 0$, also mit bezug auf Gl. 8.

$$9)\quad z_0 = \frac{c_1 \gamma_e}{2} h_0^2.$$

Einsetzung dieses Wertes in Gl. 8 ergibt

$$10)\quad x = \frac{c_1 \gamma_e}{2} y^2 = c_2 y^2.$$

c_2 und in späteren Rechnungen c_3, c_4 u. s. f. bedeuten Konstanten, deren Wert aus der Rechnung ersichtlich ist.

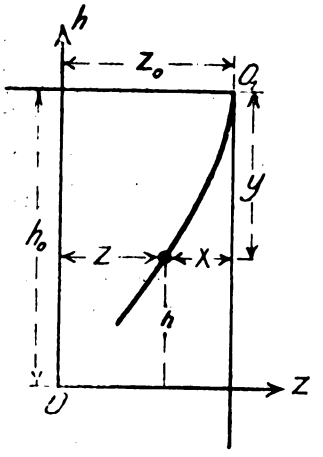


Abb. 2. Kurve des Setzens.

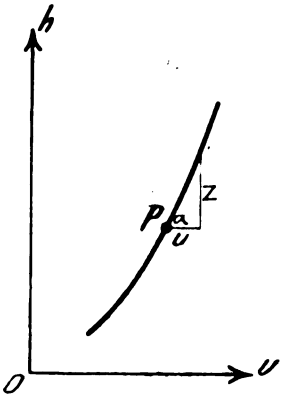


Abb. 5. Kurve gleich großer Seitenverschiebung des Stoffes beim Setzen.

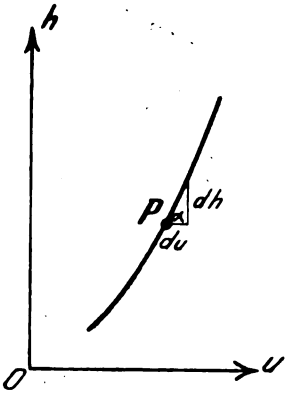


Abb. 6. Kurve gleich großer Seitenverschiebung des Stoffes beim Setzen.

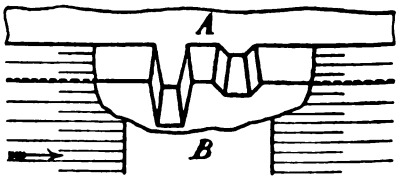


Abbildung 8.

Aufriß auf eine Betonwand mit logarithmischem Wandanlauf und ebenso geformten Dichtungsrippen.

A = Betonwand, B = Staudamm

Massen veranlaßte Senkung eines Dammkörperchens als Abszisse z zu der Ordinaten-Höhe h des Körperchens über gewachsenem Boden auf, so gelten hierfür folgende Beziehungen:

Die Höhe der Auflast auf eine unendlich kleine Schicht dh ist $h_0 - h$, das Gewicht der Auflast also für die Flächeneinheit beim spezifischen Gewicht des Dammstoffes γ_e $(h_0 - h) \cdot \gamma_e \cdot 1$ Ist c_1 eine Zusammendrückungskonstante, dann ist die Zusammendrückung dz der unendlich dünnen Schicht dh

$$1)\quad dz = dh \cdot c_1 \cdot (h_0 - h) \cdot \gamma_e \cdot 1.$$

Die Zusammendrückung aller Schichten von $0 - h$ d. h. die Senkung z eines Körperchens in der ursprünglichen Schütthöhe h

Die Setzungskurve ist also eine Parabel, solange es sich um das Setzen loser Massen unter dem Einfluß des Eigengewichtes handelt. Wirken jahrzehntelang Regen, Bodenfeuchtigkeit, Austrocknung, Frost und Hitze auf einen Dammkörper, so kann man annehmen, daß bei raumbeständigem Dammstoff allmählich auch die oberen Schichten bis zum Maximum der Zusammendrückbarkeit zusammenfallen, um so mehr, wenn schon während der Dammschüttung tüchtig gewalzt, gestampft und genäßt ist. Die Zusammendrückung der Schichten ist dann in jeder Höhe der Schüttung gleich groß, und für eine unendlich dünne Schicht wird sie

$$11)\quad dz = z_3 \cdot dh$$

$$12)\quad z = c_3 \cdot h.$$

Digitized by Google

Die Setzungskurve geht schließlich also in eine Gerade über bzw. nähert sich bei einem gut gewalzten Damm von vornherein einer Geraden.

Zur Nachprüfung dieser Rechnungen hat Verfasser Versuche gemacht. Scharfe Versuche müßten in hohen, weiten Glasröhren oder in hohen Holzröhren mit Glasauskleidung

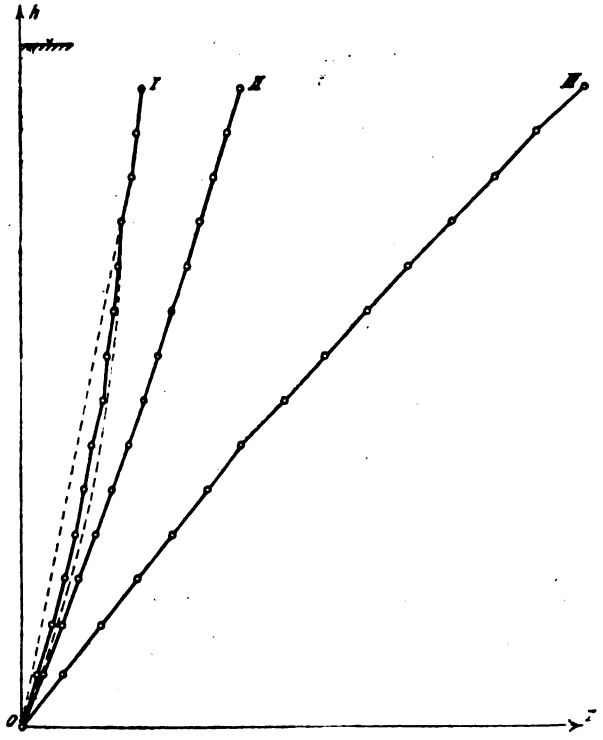


Abb. 3. Setzversuche mit Kalkstickstoff.

und Glasfenstern durchgeführt werden und zwar mit schwerem Füllstoff verschiedener Lockerung und Zusammendrückbarbeit. Verfasser mußte sich mangels geeigneter Vorrichtungen mit einem Behelfs-Versuch begnügen. Um bei kleiner Füllhöhe gewissermaßen das Gewicht der Massen zu vervielfachen, wurde lebendige Kraft zu Hilfe genommen. Als Versuchsröhre diente ein Standglas von etwa 38 cm Nutzhöhe und 4½ cm lichtem Durchmesser. Es wurden verschiedene Versuche gemacht, von denen die charakteristischesten hier mitgeteilt seien.

Versuch 1 (Abb. 3).

Füllstoff: Kalkstickstoff, der überaus locker liegt. Das Material wurde mit einem kleinen Gefäß genau gemessen und mittelst Trichters, dessen verlängerter Röhrenförmiger Ansatz bis zum Boden des Standglases reichte, eingebracht. Der gleiche Trichter diente für alle Füllungen, um jeder Füllung möglichst gleichen Anfangsfülldruck zu geben. Es wurden 15 solcher kleiner Teilfüllungen übereinander geschichtet und die Schichtgrenzen nach jedesmaliger, vorsichtiger Einebnung (schwaches Schütteln) mit etwas Mehl gekennzeichnet. Diese Füllmarken wurden nach Einfüllung aller Teilfüllungen mit rotem Kopierstift vermarkt. Die Schichten waren gleich hoch, nur die untersten drei Schichten waren etwas höher infolge konischer Verengung des lichten Raumes im untersten Teil des Glases. (Vgl. Abb. 3).

Durch vorsichtiges Aufstoßen des Glases in senkrechter Haltung auf einen festen Gegenstand wurde die Füllmasse etwas zum Setzen gebracht und die Senkungen bei den einzelnen Schichten gemessen. Sie sind als Abszissen in Abb. 3 in natürlicher Größe aufgetragen, die Höhen viermal verkleinert. (Gruppe I). Zum Vergleich der so entstandenen z-Kurve wurde eine Parabel und eine Gerade gestrichelt eingetragen.

Nach abermaligem Aufstoßen des Glases wurden die Senkungen II gemessen und nach weiterem, sehr zahlreichem und heftigem Aufstoßen die Senkungen III.

Versuch 2. (Abb. 4.)

Füllstoff: Feiner, trockener Sand, etwas stäubend. Einfüllung und Vermarkung der Teilfüllungen war wie bei Versuch 1. Es konnten hier jedoch nur 14 Teilfüllungen

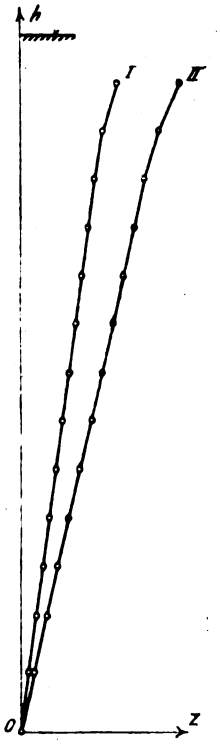


Abb. 4. Setzversuche mit Sand.

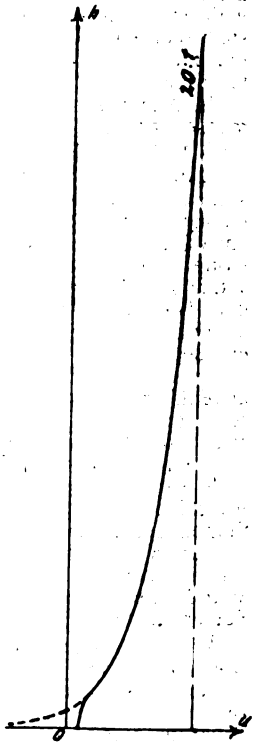


Abb. 7. Logarithmisch geformter Wandanlauf.

eingebracht werden, da das geringe zum Einebnen nötige Schütteln die Schichten nicht so zusammensinken ließ wie bei Kalkstickstoff. Als Vermarkung diente die Unterkante aufgeklebter Papierstreifen, da der Sand sich besser einebnet wie Kalkstickstoff.

Gruppe I und II in Abb. 4 zeigen das Setzen der Schichten nach schwachem und nach kräftigem Aufstoßen des Glases. Die Setzungen sind ebenfalls in natürlicher Größe, die Höhen vierfach verkleinert aufgetragen.

Ergebnis.

Alle Versuche zeigen eine auffallende Verstärkung des Setzens in den obersten Schichten, und zwar greift diese Verstärkung um so tiefer, je kräftiger der Füllstoff zusammengestoßen wurde. Diese Erscheinung widerspricht der vorangegangenen Rechung. Ich möchte sie als Ergebnis eines Versuchsmangels ansprechen, das bei einem großen Laboratoriumsversuch, wie ich ihn oben skizzierte, sicher nicht auftreten würde. Es ließ sich nämlich bei kräftigem Aufstoßen eine starke Verbiegung der ebenen Schichtgrenzen und schließlich ein Wandern der Füllmasse in den obersten Schichten beobachten. Das ist offenbar eine Folge der dynamischen Behandlung des Versuches, die beim Sande vornehmlich das erwähnte Wandern, beim Kalkstickstoff aber außerdem noch ein gummiartiges Federn der ganzen Füllmasse verursachte, das natürlich oben am stärksten war. Dieser Versuchsmangel beeinträchtigt aber das Ergebnis nicht, wenn man die Schlußfolgerungen nur auf die unteren Versuchsschichten gründet. Wohl aber liefert er einen wertvollen Fingerzeig für die Praxis der Dammverdichtung: Man sollte Walzen mit besonderen Rüttel- oder Stoßvorrichtungen verwenden, die außer der normalen Rüttelung durch den Motor noch besondere Einrichtungen zur Erschütterung besitzen. Ich möchte sie „Rüttelwalzen" nennen.

Digitized by Google

Der Versuch mit Kalkstickstoff (Abb. 3) ist besonders lehrreich. Er zeigt bei geringer Verdichtung (Gruppe I) eine Kurve, die bei stärkerem Zusammenschlagen (Gruppe II) sich verflacht und bei weiterer Verdichtung einer Geraden nähert. Ergänzend sei hinzugefügt, daß bei anderen, hier nicht dargestellten Versuchen, geradlinige Setzungslinien auch schon bei ganz geringem Zusammenschlagen auftraten, besonders dort, wo die eingebrachten Teilfüllungen zur Einebnung stärker gerüttelt waren.

Bei Verwendung von leicht eingerütteltem Sande war die Setzungslinie auch bei geringer Zusammendrückung eine Gerade. Setzung II beim Sande entspricht bezüglich der aufgewendeten Verdichtungsarbeit der Setzung III beim Kalkstickstoff. Bei den Versuchen mit Sand konnten die kleinen Setzungen nach geringem Aufstoßen des Standglases überhaupt nicht mit Sicherheit abgelesen und verzeichnet werden, da Sand gegenüber Kalkstickstoff sehr raumbeständig ist.

Aus den Versuchen darf man trotz ihrer Behelfsmäßigkeit eine Bestätigung der oben mitgeteilten Berechnungen entnehmen, jedenfalls insoweit: Da das Füllmaterial der Staudämme gut gewalzt oder geschwemmt wird, so handelt es sich um kräftig zusammengedrücktes Material, für welches nach Fertigstellung der Arbeiten nur noch ein lineares Setzen (Gleichung 12) gemäß Abb. 3 Gruppe III oder Abb. 4 Gruppe I und II in Betracht kommt.

Soll beim Setzen der Staudammasse eine Festigung des Wandanschlusses erfolgen, so muß die Masse hierbei durch die Wand zusammengedrückt werden. Die senkrechte Wand ist offenbar dazu nicht fähig. Die schräge Wand tut es, aber hauptsächlich dort, wo das Setzen erheblich ist, also oben, während an der Talsohle die Seitenverschiebung Null wird, weil der Setzwert z für $h = 0$ Null ist. Auf diesen Umstand hat schon Jacquinot (Zentralblatt d. Bauv. 1906, S. 504) hingewiesen. Seinen weiteren Ausführungen vermag ich jedoch nicht zu folgen. Er berechnet unter der Annahme eines Setzmaßes von 2 cm je 1 m Höhe für einen Betonkern mit dem Anlauf 1:25 das Sackmaß in 8,5 m Höhe zu

$$13)\quad z = \frac{0{,}02 \cdot 8{,}5}{25} = 0{,}0068 \text{ m}$$

und schließt daraus auf eine nur geringe Druckverstärkung im Damm. Ich bin der Ansicht, daß bei gut verdichtetem Boden ein seitliches Fortdrängen von nur wenigen Millimetern einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Dichtigkeit hat, besonders dort, wo der Boden unter Auflast liegt und schwer ausweichen kann. Da sich aber das Setzmaß z nach der Talsohle zu mehr und mehr vermindert, muß die Form der Wand das berücksichtigen.

Gesucht werde diejenige Wandform, bei der linear sich setzender Boden überall die gleiche Seitenverschiebung u erfährt. Nach dieser Bedingung muß sein (**Abb. 5**)

$$14)\quad tg\ \alpha = \frac{z}{u}.$$

Da u konstant sein soll, ist

$$15)\quad tg\ \alpha = c_4\, z.$$

Andererseits ist für die gleiche Kurve (**Abb. 6**)

$$16)\quad tg\ \alpha = \frac{dh}{du}, \text{ also}$$

$$17)\quad \frac{dh}{du} = c_4\, z$$

oder wegen Gl. 12

$$18)\quad \frac{dh}{du} = c_3\, c_4\, h,$$

$$19)\quad du = c_5 \cdot \frac{dh}{h},$$

$$20)\quad \underline{u = \int_0^h c_5 \cdot \frac{dh}{h} = c_5\, ln\, h}$$

oder, da $ln\, h = 2{,}3026\ log\, h$,

$$21)\quad \underline{u = 2{,}3026\ c_5\ log\, h = c_6\ log\, h.}$$

Da c_5 bzw. c_6 Konstanten sind, so folgt, daß der obigen Verschiebungsbedingung durch jeder Art logarithmischer Linie genügt wird. Die willkürlich zu wählende Konstante legt erst die einzelne Linie fest. Man könnte u für eine bestimmte Höhe h annehmen und c_5 aus Gl. 20 bezw. c_6 aus Gl. 21 berechnen. Besser geht man in der Praxis von der Wandneigung $tg\ \alpha$ in einer bestimmten Höhe h aus z. B. in der größten Höhe h_0. Man wählt also

$$22)\quad \frac{dh}{du} = n : 1.$$

Andererseits ist nach Gl. 19

$$23)\quad du = c_5 \cdot \frac{dh}{h},$$

also

$$24)\quad dh = c_5 \cdot \frac{dh}{h} \cdot n$$

und

$$25)\quad \underline{c_5 = \frac{h}{n}}$$

oder

$$26)\quad \underline{c_6 = 2{,}3026\ \frac{h}{n}}.$$

Nach Gl. 26 wurde für die Verhältnisse des Versuches mit der Wandneigung $n:1 = 20:1$ für die oberste Kante der Wand die Konstante c_6 bestimmt und die Wandform in **Abb. 7** gezeichnet.

Beliebige andere Kurven lassen sich, wenn eine Anpassung an statische Verhältnisse und dergl. erstrebt wird, durch Aenderung von c_6, also auch durch beliebige Unterteilung oder Vervielfachung der Abszissen der in Abb. 7 gezeichneten Kurve schnell aus dieser entwickeln.

Die logarithmische Linie hat unten eine Asymptote, nachdem bei Ordinate 1 die Abszisse 0 war. In der Baupraxis muß man zur Bildung eines festen Mauerfußes die Kurve verlassen und mit weichem Uebergang steiler endigen lassen. (Vgl. **Abb. 7.**) Dieser Sockelteil muß vollkommen im gewachsenen Boden liegen und als Gefahrstück mit ausgesuchtem Material und unter besonders sorgfältigem Schlemmen, Walzen und Stampfen verfüllt werden. Dichtungsrippen gemäß Abb. 8 mit logarithmischen Flächen sichern ihn am besten gegen Längsquellungen. Spitz auslaufende „Logarithmenschnäbel" oder tangential anschließende „Kreisbogenschnäbel" erfordern selbstverständlich Armierung, werden aber besser vermieden.

Die Schalungen sind etwas teurer als bei einfachem Maueranlauf. Der Betonaufwand einer Wandausbildung gemäß Abb. 7 mit Auslauf 20:1 entspricht etwa demjenigen einer Wand mit geradem Anlauf 10:1.

Bei sehr flachen oder zu spät abgebrochenen Kurven würde sich der Dammstoff ohne zu gleiten auf dem Beton lagern. Das wäre nicht erwünscht aber immer noch besser als lockeres Anliegen an steiler Wand.

Ein wesentlicher Grundsatz muß jedenfalls sein, besonders gefährdete Stellen auch dort zu putzen, wo der Putz an und für sich nicht nötig wäre, mindestens aber die Einschalungen mit vertikalen Brettern vorzunehmen, um leichtes Nachgleiten aller Teile des Dammes zu sichern. Aus gleichem Grunde scheint es auch erwünscht, Talhänge, an welche sich Staudämme anlehnen sollen, durch Beseitigung grober horizontaler Vorsprünge und Stufenbildungen gleitfähiger zu machen, vertikal verlaufende Vorsprünge aber selbstverständlich zu belassen bzw. zu schaffen.

Weiter ist darauf zu achten, Kunstbauten niemals ohne Rippen einzubauen. Beim Grundablaß des Staudammes an der Weißen Desse waren nur Herdmauern vorgesehen, Gewölbe und Seitenwände dagegen glatt durchgeführt. Dichtungsrippen sind grundsätzlich so zu gestalten, daß mit dem Setzen des Erdreiches eine Verfestigung des Anschlusses erfolgt. Derartige Rippen sollten also ebenfalls keine senkrechten Flächen erhalten. Die größere Schwierigkeit des Einschalens darf da keine Rolle spielen. Besonders wichtig sind Dichtungsrippen an denjenigen Stellen, wo besondere Dichtungsschichten (Dichtungsbrust, Dichtungskern) sich an den

Digitized by Google

Kunstbau anlehnen. Man tut gut, bei Anordnung einer Dichtungsbrust — selbstverständlich auch bei Dichtungskernen — die Dichtungsschicht in der Nähe des Anschlusses so zu verbreitern, daß sie sich an die Dichtungsrippen anschließen läßt. Alle Dichtungsrippen erhalten reichlich Eiseneinlagen.

Abb. 8 zeigt die Ausbildung von Dichtungsrippen nach diesen Grundsätzen aus einem Entwurf des Verfassers. (Grundriß) Der Damm schließt sich hier an die Wand des Krafthauses an. Die Dichtungsbrust ist kurz vor dem Anschluß nach der Luftseite hin verstärkt und preßt sich um und zwischen zwei armierte Dichtungsrippen von konischer Ausbildung. Sämtliche an das Erdreich stoßende Flächen sind nach der logarithmischen Linie mit gestutztem Fuß ausgebildet. Die zur Dammflucht parallelen Flächen sind steiler als die quer dazu stehenden. Zusammendrängung der beiden Rippen zwecks Anschluß einer schrägen Dammbrust nötigte zu dieser steileren Ausbildung einzelner Rippenflächen. Sonst würde man die Neigung überall gleich nehmen, was auch den Bau der Einschalungen erleichtert. Es sei darauf hingewiesen, daß im Aufriß der Abb. 8 die geschwungene Form sämtlicher Flächen nicht erkennbar ist, weil die in Kehlen und Graten sich schneidenden Flächen sämtlich logarithmisch geschwungen sind. Ihre Abszissen stehen also in linearem Verhältnis zu einander, sodaß sich im Grundriß geradlinige Kehlen und Grate ergeben.

Dichtungsrippen können Veranlassung zu Vertikalrissen in der Dichtungsschicht geben. Aus diesem Grunde ist in Abb. 8 nur die wasserseitige Rippe schildartig vorgezogen, während die luftseitige mehr zurücktritt. Nur bei größerer Entfernung der beiden Rippen voneinander dürfte man auch die zweite Rippe stark ausladen lassen.

Beim Einbau von Großbauten in Staudämme ist selbstverständlich auf peinlich sichere Gründung und Beseitigung jeder Unterspülungsgefahr zu achten. Damit allein lassen sich aber bei großem Umfang der Bauten wilde Risse und damit Gefahrpunkte nicht vermeiden, auch nicht bei richtiger Verwendung von Eiseneinlagen. Es ist notwendig, den Bau in einzelne Teile aufzulösen, die nutenartig ineinander geführt werden und sichere Dichtungen erhalten[6]). Feder und Nut sind kräftig zu armieren und möglichst rechtwinklig auszubilden.

Bei Staudämmen muß der Grundablaß, falls er sich nicht gut in den Hang verlegen läßt, mehrere Eisenbetonrippen erhalten, deren Formen ich nach den oben erläuterten Grundsätzen, also als Annäherung an die Konstruktion der Abb. 8 zu gestalten empfehle. Der Anschluß von Dichtungsschilden aus Lehm an diese Rippen, somit eine Vergrößerung derselben, die ich als „Lehmschilde" bezeichnen möchte, erscheint zweckdienlich. Eine Vergrößerung der Eisenbetonrippen zu großen schildartigen Einbauten hätte den Nachteil ungleichartiger Ausbildung des Grundablasses, würde also die Bruchgefahr desselben vermehren.

Beim Anschluß von Lehmdichtungsschichten am Beton ist darauf zu achten, daß der Lehm nicht zu fett ist. Man suche hier die Dichtung lieber durch Verbreiterung der Dichtungsschicht zu erzielen. Das Volumen fetten Lehmes ist zu unbeständig; Lehmdichtungen müssen daher auch, wie bekannt, durch starke Auflagen magern Materials vor den Einwirkungen großer Temperatur- und Feuchtigkeits-Schwankungen geschützt werden.

Bei Verwendung gemischter Bauweisen ist selbstverständlich in jeder Beziehung Vorsicht am Platz. Größtmögliche Zugänglichkeit aller Betonteile an denjenigen Stellen, wo ihre Außenseite mit dem Dammkörper in Berührung kommt, namentlich bei Dichtungswänden, muß also angestrebt werden. Wiederholt wurde dieser Gesichtspunkt von Ehlers in der Fachpresse betont[7]).

Was die Verwendung des Eisenbetons in Staudämmen anbelangt, so erscheint es ratsam, bei allen Wänden, die mit dem Erdreich in Berührung kommen, massiv zu konstruieren und etwaige Eiseneinlagen nicht in die statische Berechnung einzusetzen. Wo aber Eisenbeton unvermeidlich erscheint, sollte die dem Erdreich abgekehrte Wand wenn irgend möglich zugänglich sein. Bei Ewigkeitsbauten mit Gefahrcharakter hat der Ingenieur eine Verantwortung auch den kommenden Geschlechtern gegenüber, gleichviel wie sich die Genehmigungsbehörden zu der betreffenden Frage stellen.

Ein besonderes Kapitel ist der Einbau von Hochwasserentlastungen in den Staudamm. Er ist besonders dort wertvoll, wo auch das Krafthaus in den Staudamm gelegt werden kann, also besonders bis zur Stauhöhe von etwa 15 m. Hier treten zu den allgemeinen Gefahren der gemischten Bauweise aber noch die weitern Gefährdungen durch Erschütterung, Anströmung, Unterspülung und Hinterspülung. Auch hier läßt sich durch geeignete Wahl der technischen Mittel eine große Sicherheit erzielen. Keinesfalls darf man Tosbecken in oder hinter den Staudamm legen, da sie starken Erschütterungen ausgesetzt sind. Zum Wertvollsten, was in neuester Zeit auf dem Gebiet der Energievernichtung geschaffen wurde, gehört die Erforschung und praktische Verwertung der Wasserwalzen durch Rehbock[8]). Erst sie haben uns das Mittel in die Hand gegeben, die Hochwasserentlastung mit gutem Gewissen in Staudämme bis zu mittleren Höhen legen zu können. Selbstverständlich muß reichlich fest konstruiert werden. Wenn dem Verfasser auch noch kein Fall praktischer Anwendung in Staudämmen bekannt wurde, so hat er diese Neuerung doch selber bereits im Entwurf von Staudämmen verwandt. Derartige Energievernichter nach Rehbock sind bereits mehrfach im Laboratorium erprobt und auch in Festbauten bereits benutzt worden. (Sihl, Mittlere Isar). Die Fachgenossen seien nachdrücklichst darauf hingewiesen.

Ueber eiserne Spundwände in Staudämmen vgl. meinen gleichnamigen Aufsatz[9]).

Zusammenfassung: Die Verwendung von Kunstbauten in Staudämmen bedeutet bei unsachgemäßem Entwurf und ebensolcher Ausführung ohne Frage eine Erhöhung der Bruchgefahr für das ganze Abschlußwerk. Die wirtschaftlichen und betriebstechnischen Vorteile sind aber so erheblich und die technischen Behelfe bei Beachtung der hier gegebenen Richtlinien so unbedingt zuverlässig, daß der kundige Ingenieur die Verantwortung dafür bis zu mittleren Höhen übernehmen kann. Bei großen Höhen vermeidet man Einbauten, auch den Grundablaß. Dieser verdient bei Anwendung äußerster Vorsichtsmaßnahmen aber dort Erwägung, wo ein Hangstollen keine nennenswerten Sicherheitsvorteile bringen würde, namentlich also in rolligem Gebirge. Größte Sachkunde beim Entwurf und bei der Bauausführung nebst gewissenhaftester Bauaufsicht sind die unerläßlichen Voraussetzungen.

(W. 133).

[6]) Leiner, Ganzblockbau oder Einzelteile bei Betonbauten? Oest. Woch. f. d. öff. Baud. 1914, Heft 22.

[7]) Ehlers, Zeitschrift des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes 1921 Heft 4.

[8]) Rehbock, Betrachtungen über Abfluß, Stau und Walzenbildung bei fließenden Gewässern, Berlin, 1917 (Springer)

[9]) Leiner, Die Wasserkraft 1920 S. 186. Ferner: Leiner, Das Staubecken Ottmachau, Zentralbl. d. Bauverw. 1921 S. 172.

Zum statischen Rückgewinnverfahren von Prof. H. Baudisch.[1])

Von Ing. Paul Walther, Brünn.

Ueber den wissenschaftlichen Wert der Anwendung des Sankey-Diagrammes auf die Energieverhältnisse der Wasserkraftmaschinen will ich nicht urteilen. Mein vorliegender Beitrag soll der Aufklärung über die von Professor Baudisch ersonnene und im erwähnten Aufsatze hervorgehobene „statische Energierückgewinnung" dienen.

In einer Reihe von Aufsätzen der vorliegenden Zeitschrift sowie der „Wasserwirtschaft" hat Professor Baudisch den Versuch unternommen, die Vorgänge der Energieübertragung vom Wasser auf das Laufrad, insbesondere in

[1]) Vgl. diese Zeitschr. 1924, H. 20, S. 361.

Digitized by Google

achsial beaufschlagten Schnelläuferturbinen zu erklären. Er hat sich diesbezüglich vor allem für die notwendige Existenz einer „Prallströmung" mit nachheriger „ψ Umlenkung" entschieden und diese Erforschung als sein geistiges Eigentum dem Genie eines Kaplan in Form der „Entdeckung eines Verfahrens" eben noch zugestanden.

Professor Baudisch geht von dem grundlegenden Irrtum aus, daß einmal „ein derartiges Laufrad (schnellaufendes Propellerrad mit großem Austrittverlust) wenig geeignet erscheint, einen auf dynamischer Grundlage aufgebauten Energierückgewinn zu verwerten", ein andermal „dieses Rückgewinnungsverfahren (das übliche durch Geschwindigkeitsreduktion zum Beispiel in einem konischen Saugrohrstutzen) für die weitere Entwicklung der gebräuchlichen Turbinen, sowie der damit erzielbaren Schnelläufigkeit geradezu hemmend wirkt".

In meinem heutigen Beitrag soll nicht auf theoretischem Wege versucht werden, der Energiekreditfähigkeit der „Prallströmung", sowie der Inkassierungstüchtigkeit der „Prallströmung", sowie der Inkassierungstüchtigkeit einer „ψ-Umlenkung" entgegenzutreten[2]), sondern es möge im Folgenden das Wort dem praktischen Versuch erteilt werden.

Ende August des Vorjahres wurden im Turbinenlaboratorium der hiesigen Deutschen Technischen Hochschule einige sorgfältig vorbereitete und durchgeführte Versuche vorgenommen, deren Resultate im Nachstehenden angeführt werden mögen. Es ist überflüssig, zu bemerken, daß eine Ueberprüfung derselben auf ihre Richtigkeit jederzeit möggich ist.

Zunächst wurden, dem Rechnungsgang in der Broschüre von Professer Baudisch, „Die Saugstrahlturbine", genau folgend, ein Laufrad mit der dort angegebenen Bewinkelung und sonstigen Ausführung (der Laufraddurchmesser betrug 184 mm, der Nabendurchmesser 60 mm) und des weiteren ein Krümmer nach den Grundsätzen der „ψ-Umlenkung" hergestellt und eingebaut. Der Bremsversuch ergab die durch Kurve I veranschaulichten Wirkungsgrade (in Abhängigkeit von der Einheitsdrehzahl aufgetragen), also einen Maximalwirkungsgrad von zirka 45%. In weiterer Folge wurde ein normaler Kaplan-Krümmer, dessen Dimensionen eine folgerichtige „ψ-Umlenkung" nicht zulassen könnten, eingebaut, der Versuch ergab das in Kurve II vorgeführte Resultat, also einen maximalen Wirkungsgrad von etwa 66 v. H. Schließlich wurde ein konisches Saugrohr dem gleichen Versuche unterworfen, wodurch der Höchstwirkungsgrad noch auf 69 v. H. gesteigert werden konnte (Kurve III). Die Saugrohranordnung beim letztgenannten Versuche war so gegeben, daß selbst bei Berücksichtigung der Unterwassersohle als Ablenkwand, von einer „ψ-Umlenkung" gar keine Rede sein kann. Nach Ansicht von Professor Baudisch ist aber die Abwesenheit der „ψ-Umlenkung" ein Kriterium dafür, daß sich eine „Prallströmung" vor dem Laufrade nicht auszubilden vermag. Hiemit entfiele dort das Ausborgen der statischen „Prallenergie" und es müßte, nachdem so ein Rad ($n_s = 770$ als Rechnungsgrundlage) einen dynamischen Rückgewinn nur schlecht zu verarbeiten vermag, der Wirkungsgrad im Versuche III am niedrigsten ausfallen. Der Versuch bestätigte in auffallender Weise das Gegenteil.

Um dem Vorwurfe zu entgehen, daß das Laufrad an n_s diesem Mißerfolg schuld sein könnte, wurde ein Kaplanrad mit dem „ψ-Umlenkungskrümmer" versucht, und ergab die Wirkungsgrade der Kurve V ($\eta_{max} = 71\%$).

[2]) Siehe den Beitrag von Ing. Grün, diese Zeitschr. 1923 Nr. 17/18 S. 244 und die Entgegnung von Prof. Baudisch hiezu, diese Zeitschr. 1923 Nr. 21/22 Seite 277.

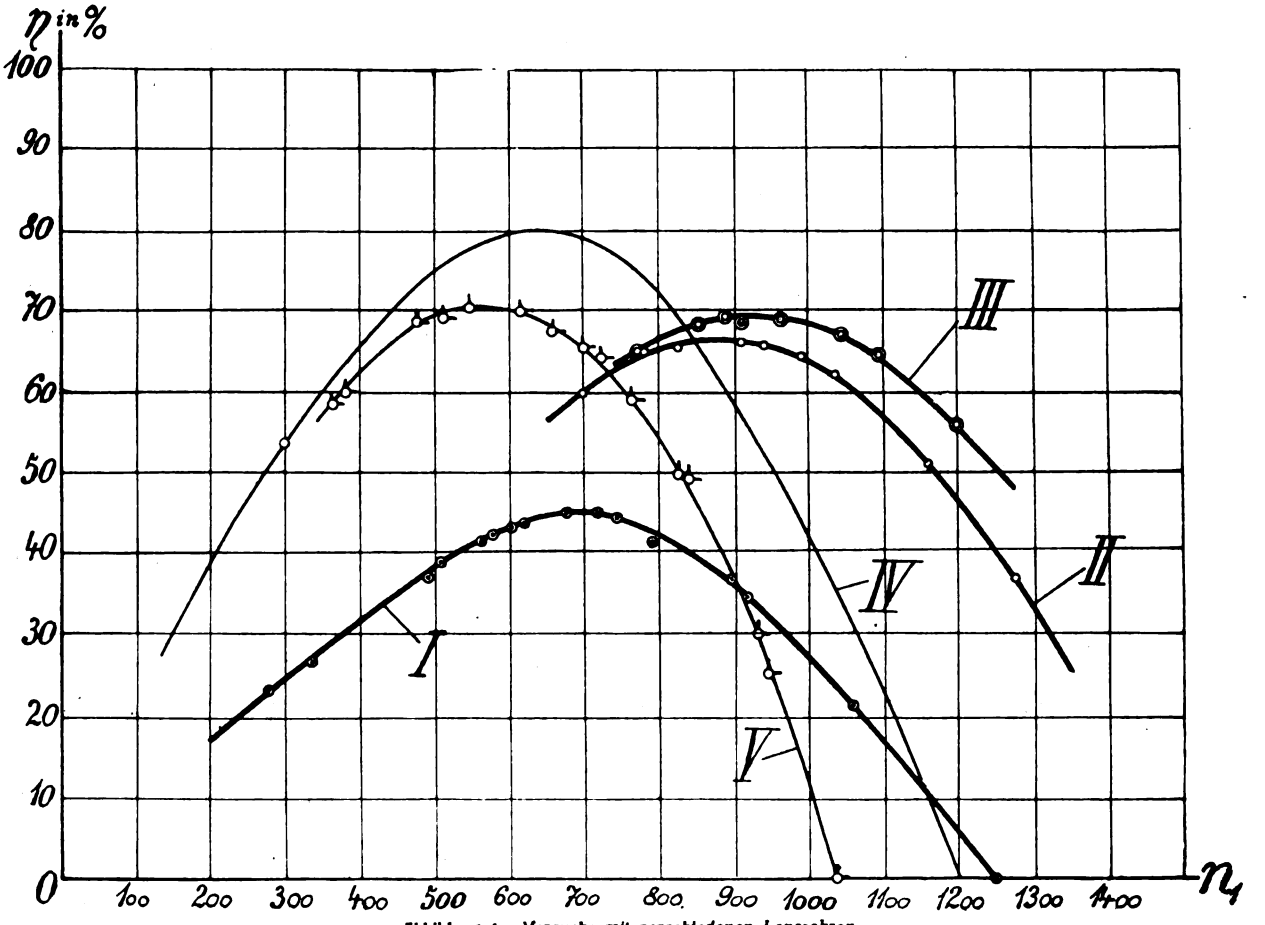


Abbildung 1. Versuche mit verschiedenen Langrohren.

Digitized by Google

wohingegen dasselbe Rad bei sonst gleichem Einbau und Verwendung eines normalen Kaplankrümmers 80% Höchstwirkungsgrad zeigt (siehe Kurve IV), was bei Einbau eines Saugrohres in üblicher Ausführung ebenfalls erreicht wird.

Betrachtet man die bei den einzelnen Versuchen jeder Serie von der Turbine geschluckten Wassermengen, so zeigen sie eine sehr beträchtliche Zunahme mit dem Wirkungsgrade (gleiche Drehzahl als Vergleichsbasis vorausgesetzt). Nach Professor Baudisch erfolgt jedoch keine Geschwindigkeitserhöhung bei Uebergang von nH auf EH[3]). Damit zusammenhängend, sollte man meinen, könnte eigentlich ebenso keine Geschwindigkeitsverringerung eintreten, falls E kleiner als η würde, d. h. die geschluckte Wassermenge müßte konstant bleiben. Auch dies verneint der Versuch.

Vorstehende Ergebnisse weisen mit bedeutender Sicherheit auf die Haltlosigkeit der leitenden Idee eines „statischen Rückgewinnverfahrens" hin. Abgesehen davon, daß sich schon das Gefühl des Fachmannes gegen eine derartige Folge von Vorstellungen sträubt, spricht auch die Erfahrung dagegen. Es scheint, als hätte Herr Professor Baudisch seine theoretischen Studien nicht durch den Versuch erprobt, sonst wäre es nicht denkbar, daß er auf Abwege führen wollte, die den Mißerfolg mit sich bringen. Der alte, erfahrene Grundgedanke, gerade den dynamischen Rückgewinn „sorgfältigst für Turbinen mit großem Austrittsverlust durchzuführen", herrscht mit vollstem Recht auch heute noch in der Turbinenwissenschaft und dürfte das Erscheinen von neuen Vorrichtungen für diesen Zweck in Zukunft nicht unmöglich machen. (W. 259.)

[3]) Vgl. diese Zeitschr. 1924, H. 20, S. 362 linke Spalte unten.

Aenderung einer Wasserbenützungsanlage.

Die in der Praxis häufig auftauchende Frage, inwieweit eine Aenderung in der Lage oder Beschaffenheit einer Wasserbenützungsanlage der wasser- und gewerbepolizeilichen Genehmigung bedarf, hat in der Entscheidung des Bayr. Verw. G. H. vom 13. Juni 1924 eine von den Wasserkraftbesitzern zu beachtende Beantwortung erfahren:

In dieser in der juristischen Beilage der „Münchener Zeitung" veröffentlichten Entscheidung heißt es:

Bei der rechtlichen Würdigung der Angelegenheit ist davon auszugehen, daß feststehendermaßen für die durch Schadhaftigkeit der Anlagebestandteile notwendig gewordene, gleichzeitig eine Erhöhung der Kraftleistung bezweckende Aenderung der Stau- und Triebwerksanlage des J. K., da sie auf den Verbrauch des Wassers, das Gefälle und die Art des Verbrauchs Einfluß hat, wasser- und gewerbepolizeiliche Genehmigung erforderlich ist. K. hat zugegeben, daß er seine mit bezirksamtlichem Beschluß vom 26. Oktober 1888 genehmigte Wasserkraftanlage inzwischen beseitigt und das Triebwerk bereits von Grund aus umgebaut hat. Da es sich um eine Anlage an einem Privatbach und zwar einem sogenannten Adjazentenbach handelt, war gemäß Art. 51 Abs. 2 des Wassergesetzes vom 23. März 1907 von amtswegen zu prüfen, ob mit Rücksicht auf die Bestimmungen der Art. 44 und 45 dieses Gesetzes, dann des § 18 Satz 1 bis 3 und des § 19 der Gewerbeordnung oder aus sonstigen Gründen des Gemeinwohls die Genehmigung zu versagen oder nur unter Bedingungen zu erteilen war. Bei dieser Prüfung haben die Vorinstanzen irrigerweise angenommen, daß der in Frage stehende Mühlbach ein im Eigentum Dritter stehender Privatbach (Art. 24 WG.) sei, und daß die durch den erwähnten bezirksamtlichen Beschluß erteilte Genehmigung der K.schen Anlage im wesentlichen noch zu Recht bestehe. Letzterem Standpunkt konnte vom Verwaltungsgerichtshofe nicht beigepflichtet werden. Als Stauanlage im Sinne des § 16 ff. der Gewerbeordnung ist nämlich nicht das einzelne Stauwerk allein, sondern die Anlage in ihrer Gesamtheit anzusehen. Darunter sind alle Bestandteile zu rechnen, die auf die Zu- und Ableitung des absichtlich gestauten Wassers von Einfluß sind. (Vgl. Sammlg. von Entsch. des VGH., Bd. 30, S. 51 ff.) Nach § 25 der Gewerbeordnung bleibt die Genehmigung einer gewerblichen Stauanlage so lange in Kraft, als keine Aenderung in der Lage oder Beschaffenheit der Betriebsstätte vorgenommen wird. Auch abgesehen von diesem auf die gewerblichen Anlagen beschränkten § 25 bleibt nach den Bestimmungen, die gemeinsam für die genehmigungspflichtigen Stauanlagen (Art. 50—58 des WG.) wie für die einer besonderen Erlaubnis bedürfenden sonstigen Nutzungen (Art. 42—49 des WG.) gelten, die erteilte Genehmigung oder Erlaubnis in der Regel solange in Kraft, als keine wesentliche Aenderung in der Lage oder Beschaffenheit der Anlage vorgenommen wird (Art. 63 des WG.). Unter einer wesentlichen Aenderung im Sinne dieser Gesetzesbestimmung ist u. a. eine solche zu verstehen, welche eine der in Art. 50 Ziffer 2 des WG. angegebenen Wirkungen verursacht. Bei Vornahme einer derartigen Aenderung tritt die Genehmigung der Stauanlage (Art. 50 WG.), die bei Privatbächen auch die Feststellung in sich begreift, daß die Voraussetzungen zur Wasserbenützung nach Art. 44 ff. WG. gegeben sind, außer Kraft. Da die Stauwerksgenehmigung nicht als dem Inhaber, sondern als der Anlage in ihrer Gesamtheit erteilt gilt, tritt selbstverständlich die Genehmigung nicht etwa nur für den wesentlich geänderten Teil der Anlage, sondern für die Anlage in ihrer Gesamtheit außer Kraft. Deshalb kann der Inhaber der Anlage sich nicht darauf berufen, daß ihm ein bestimmtes Maß oder eine bestimmte Art der früheren Nutzung für einen oder den anderen Teil der alten Anlage auch auf die Zeit nach der Aenderung unwiderruflich eingeräumt worden sei. Vielmehr bedarf die geänderte Anlage in ihrer Gesamtheit neuer Staugenehmigung. (Vgl. Sammlg. Bd. 36, S. 62 ff.). Aus den vorgelegten Plänen und Beschreibungen ergibt sich nun, daß die im Jahre 1888 genehmigte Wasserkraftanlage in der Weise umgebaut und geändert werden sollte daß das alte Wehr mit der Zwischenwand vollständig entfernt und durch ein etwa 30 m weiter bachabwärts neu zu erstellendes, mit dem Triebwerk zu vereinigendes schräges Stauwehr ersetzt, ein neues Wasserrad von größerem Durchmesser eingesetzt, die Einlaufschwelle erhöht, der Einlauf verengert und der Grundablaß vertieft und verbreitert wird, sowie daß die beiderseitigen Ufermauern und die Träger für Wasserrad und Radhütte in Beton hergestellt werden. Diese Maßnahmen schließen eine wesentliche Aenderung in der Lage und Beschaffenheit der Anlage in sich. Die Pläne lassen weiter ersehen, daß zwar das umzubauende Triebwerk selbst und das Stauwerk an einer Strecke des Mühlbaches sich befinden, die nebst den angrenzenden beiden Ufergrundstücken im Eigentum des Unternehmers steht, daß aber die einen wesentlichen und untrennbaren Bestandteil des neuen Stauwehrs bildenden linksseitigen Ufermauern ein fremdes, dem W. gehöriges Grundstück berühren. Nach dem Gutachten des amtlichen Sachverständigen muß die Benützung dieses Ufergrundstückes zum Anschluß der Stauanlage unbedingt in Anspruch genommen werden. Da das Gesuch des K. wie ein Gesuch um die Genehmigung zur erstmaligen Herstellung einer Neuanlage zu behandeln war, hätte von amtswegen untersucht werden müssen, ob K. die Möglichkeit hat, das Wasser des ganzen Baches zu benützen und seine Stauanlage an das gegenüberliegende Ufer anzuschließen, d. h. von dem Eigentümer dieses Ufers ausdrücklich oder stillschweigend das Recht zu dessen Benützung eingeräumt erhalten hat. Tatsächlich hat aber W. seine Zustimmung zur Benützung seines Ufergrundstückes niemals erteilt, vielmehr fristgemäß gegen das Vorhaben des K. Einspruch erhoben. Nach Art. 158 Abs. 1 WG. steht dem K. allerdings die Befugnis zu, wenn er zur

Digitized by Google

Benützung des ihm zustehenden Wassers des Mühlbaches eine Stauanlage errichten will, gegen vorgängige volle Entschädigung von W. als dem Eigentümer des gegenüberliegenden Bachufers dessen Benützung zum Anschluß der Anlage in Anspruch zu nehmen. Da der Genannte dieses Zwangsrecht, das öffentlich-rechtlicher, und zwar verwaltungsrechtlicher Natur ist, bisher nicht geltend gemacht hat, konnte auch über die Einräumung eines solchen Rechtes an den Unternehmer und die hiebei in Betracht kommende Frage, ob diesem ein weitergehendes Recht zur Benützung des Wassers des Mühlbaches zusteht als es ihm nach Art. 45 des WG. an der fraglichen Bachstrecke zukommt (Art. 21 und 44a AO.), nicht verhandelt und entschieden werden. Insolange diese Vorfragen nicht gelöst waren, durfte die von K. erbetene wasser- und gewerbepolizeiliche Genehmigung zur Aenderung seiner Stau- und Triebwerksanlage nicht erteilt werden. Aus Anlaß der Beschwerde des W. waren daher die beiden Vorbescheide, durch die dem entgegen die Genehmigung unter bestimmten Bedingungen erteilt worden ist, weil verfrüht, aufzuheben. (W. 253.)

Mitgeteilt von R.-A. Dr. Kurzmann, München.

Zuschrift.

Kaplanturbine und statischer Energierückgewinn.[1]) In seiner Arbeit über das Sankey-Diagramm der Wasserturbine in Heft 20 dieser Zeitschrift legt mir Herr Professor Dr. Baudisch nahe, seine Ausführungen über den statischen Energie-Rückgewinn, in welchem nach seiner Meinung der Erfolg der Kaplanturbine zu suchen ist, als Antwort aufzufassen auf meine Bemerkung in Heft 14 dieser Z., S. 260, daß die Einführung einer Idee in praktisch anwendbare Form die Priorität eines Fortschrittes ausmache, nicht die spekulative Darlegung einer Möglichkeit. Es ist die von Herrn Dr. Baudisch hier und an anderen Stellen ausgesprochene Meinung wohl so aufzufassen, daß Professor Kaplan gerade noch das Verdienst hat, die Propellerradform, die längst bekannt sei (die Kirschwengschen Propeller sind Stromturbinen, also etwas gänzlich anderes; sind die sonstigen angeblichen älteren amerikanischen Propeller-Turbinen mit bestimmt definierter Wasserzuführung und sind sie ohne Ueberdeckung der Schaufeln?) und die „sich damals nicht durchsetzen konnte, . . . der Vergessenheit entrissen"[2] zu haben, während das „Warum" erst von Herrn Professor Baudisch geklärt worden sei. Die Begründung dieser Meinung durch die Behauptung, daß die mehrdimensionalen Erwägungen Kaplans abwegig oder überhaupt nicht zutreffend oder gar nicht vorhanden seien, ist sicher nicht wissenschaftlich. Daraus, daß grundlegende Unterlagen nicht veröffentlicht werden — selbst wenn deren Veröffentlichung durch an Spott streifende Auslassungen erreicht werden will — schließen zu wollen, daß diese Unterlagen nicht vorhanden seien, hat solange mit exakter Forschung nichts zu tun, als nicht bewiesen wird, daß es solche Unterlagen (hier die mehrdimensionale Theorie) nicht gibt oder nicht geben kann. Diesen Beweis hat Herr Professor Baudisch bisher noch nicht erbracht. Daß Kaplans mehrdimensionale Erwägungen „nicht existieren" behauptet Herr Professor Baudisch zwar in der „Wasserwirtschaft" 1924, H. 18, S. 310, er beweist es aber nicht — etwas nicht zu kennen ist nicht der Beweis des Nichtvorhandenseins! — und übersieht dabei, daß er selbst in „Elektrotechnik und Maschinenbau" 1922, Heft 25, S. 291 geschrieben hat, daß Kaplan durch sein Laufrad „auf Grund mehrdimensionaler Erwägungen so überraschende Erfolge erzielt"! 1922 lag der Erfolg der Kaplanturbine also im Laufrad und in den mehrdimensionalen Erwägungen, 1924 wird das Vorhandensein erfolgreicher mehrdimensionaler Erwägungen angestritten und der Erfolg liegt nicht im Laufrad, sondern wird erst durch das Prallsaugrohr ermöglicht. — Mehr Beweiskraft als die Behauptung, daß es mehrdimensionale Erwägungen als Grundlage der Kaplanturbine nicht gebe, dürften wohl die unbestrittenen Erfolge der Kaplanturbine in Schweden, Deutschland und der Schweiz haben, über die in den letzten Jahren von den verschiedensten Seiten einwandfreie Unterlagen an die Oeffentlichkeit gegeben wurden, ferner die Tatsache, daß eine Reihe führender Firmen, die zum Teil der Sache anfangs sehr zuwartend, vielleicht auch gegnerisch gegenüberstanden, heute die Kaplanturbine propagieren; und es ist nicht gut anzunehmen, daß alle diese Firmen auf Grund der Theorie der Saugstrahlturbine oder des statischen Rückgewinnes arbeiten.

Herr Professor Baudisch verweist in dieser Zeitschrift auf seine Aeußerungen in der Wiener „Wasserwirtschaft" und nötigt mich dadurch, ebenfalls hier zu jenen Aeußerungen Stellung zu nehmen, soweit sie mich betreffen. Er schreibt dort in seinem offenen Brief an Professor Kaplan unter Bezugnahme auf meine Arbeit in Z. d. V. d. I. 1921, Heft 40: „Aehnliches ist auch aus dem bereits erwähnten Reindl'schen Aufsatz zu entnehmen, bei dessen Verfassung Herr Professor (nämlich Kaplan) stellenweise gewiß mitgearbeitet haben." Ich habe daraufhin die Wasserwirtschaft um die Aufnahme einer Feststellung gebeten, die dort leider nur auszugsweise zum Abdruck kam und die ich, nachdem Herr Professor Baudisch das Thema in diese Zeitschrift herüberzieht, ebenfalls hier im Wortlaut wiedergeben darf: „Ich stelle hier ausdrücklich fest, daß ich außer einigen Photographien als Klischeevorlagen und den zugehörigen Leistungsdaten weder von Herrn Professor Kaplan noch von Ig. Storek oder von einer anderen interessierten Seite irgendwelche Unterlagen erhalten habe und daß keine der genannten Seiten irgendwie an der Abfassung beteiligt war, wie auch weder Herr Professor Kaplan noch die Firma Storek Einsicht in das Manuskript hatte. Von einer ‚Mitarbeit' ist daher keine Rede und ich bedauere es, hier die ausgesprochene Vermutung einer nicht objektiven und nicht unbeeinflußten Darstellung meiner Meinung zurückweisen zu müssen. Ich bin Fachmann genug, um nicht Reklameschriftsteller sein zu müssen."

Dieser Feststellung vom 22. September 1924 habe ich nur noch anzufügen, daß der absolute Mangel jeglicher Mitarbeit irgendwelcher interessierter Seite bei allen meinen verschiedenen Veröffentlichungen über diesen Gegenstand zutrifft. Was ich von den verschiedensten Seiten (nicht nur etwa von Kaplan allein) erhielt, waren Photos oder Pausen von Wirkungsgradkurven und Leistungsdaten sowie konstruktive Mitteilungen. Die Entwicklung hat meiner schon am 24. Oktober 1917 dem zu früh hingegangenen Professor Dr. Camerer gegenüber im Gespräch geäußerten Meinung über den Wert der Kaplanturbine Recht gegeben. Damals hatte ich mit Professor Kaplan einen Brief gewechselt, der überdies einen anderen Gegenstand betraf, war also sicher nicht etwa beeinflußt worden. Meine damalige objektiv gefaßte Meinung gilt also heute noch.

München, 9. 11. 24. Ing. C. Reindl.

(W. 276.)

[1]) Die nachstehenden Aeußerungen eines Mitherausgebers der Zeitschrift wollen als dessen rein persönliche Angelegenheit betrachtet werden, die keineswegs für die Zeitschrift selbst programmatisch sind.

[2]) Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien, 1922, H. 25, S. 289.

Digitized by Google

Rundschau

Energiewirtschaft

Die Austrocknung Norddeutschlands. Es handelt sich hier nicht etwa um eine „Trockenlegung" nach amerikanischem Muster, sondern um ein allmähliches Versiegen der Gewässer, die nach wissenschaftlichen Beobachtungen so zunimmt, daß sie für eine fernere Zukunft bedrohlich werden könnte. Professor Halbfaß, der sich eingehend mit der Frage beschäftigt hat, ist der Ansicht, daß der Grundwasserstand seit Beginn der geschichtlichen Ueberlieferung in Norddeutschland erheblich gesunken ist. Die Menge des Niederschlages dagegen hat nur in ganz geringem Maße abgenommen. Zur Bronzezeit, vor rund 4000 Jahren, bestand Mecklenburg aus einzelnen Inseln. Die großen Ströme Deutschlands führten drei- bis fünfmal mehr Wasser als heute. Dereinst waren sie noch viel wasserreicher und eilten in riesenhafter Breite, wildströmend, schäumend und sich überstürzend, zwischen dem Moränenschutt zu Tale. Auf den Atlaskarten sieht man den Verlauf der eiszeitlichen Ströme als „Urstromtäler" eingezeichnet, und ein Vergleich dieser Täler mit der heutigen Wasserbreite unserer Flüsse sagt auf den ersten Blick, welche Fortschritte die Wasserverarmung gemacht hat. Der Seeräuber Störtebecker (um 1390) konnte noch auf den vorpommerschen Flüssen weit ins Land hinein fahren, was jetzt wegen des gesunkenen Wasserstandes ausgeschlossen ist.

Nun sagt Professor Halbfaß: Seit 1½ Jahrhunderten ist mit dem Grundwasser Raubbau getrieben worden, und zwar Raubbau größten Stils. Entwässerungen, Umwandlung der Ströme in Kanäle usw. müssen den Vorrat in viel kürzerer Zeit sich erschöpfen lassen, als es unter normalen Bedingungen der Fall wäre. Was hilft uns die Schaffung von fruchtbarem Neuland, wenn durch die unbegrenzte Fortsetzung der Entwässerungsarbeiten eines Tages allgemeine Verdorrung eintritt? Vor allem muß vermieden werden, daß der Wasserüberfluß des Frühlings nutzlos zum Meere abfließt. Also empfiehlt sich die Anlage von Stauwerken und kleinen Talsperren, um zum Zwecke künstlicher Bewässerung das vom Himmel geschenkte Wasser aufzuspeichern. Die Gefahr der Austrocknung droht; es ist aber noch Zeit, ihr zu begegnen. (W. 261.)

Verzeichnis der Wasserkräfte Schwedens. Körner schreibt hierüber in Teknisk Tidskrift, Väg- och Vättenbyggnadskonst 1924, Nr. 4: Der Reichstag von 1910 beschloß die Herstellung eines Verzeichnisses der bedeutenderen Wasserkräfte Schwedens. Im folgenden Jahre wurde der Plan für die Einrichtung dieser Arbeit festgestellt. Im Jahre 1912 kamen die zwei ersten Blätter des Verzeichnisses heraus und das sichtbare Ergebnis nach mehr als zehnjähriger Arbeit sind nunmehr 80 Blätter, entsprechend etwa 3470 Flußkilometern. Die in den Jahren 1922 und 1923 herausgekommenen Blätter zeigen einige Abweichungen von den früher herausgegebenen. Diese Abweichungen erfolgten hauptsächlich, um die Kosten für die Fortsetzung der Arbeit zu vermindern, die Veränderungen bedeuten aber auch sonst Verbesserungen.

Auf den Kartenblättern ist aller rote Druck verschwunden, so daß die neuen Blätter ganz in schwarz erscheinen. Die Uebersichtlichkeit wurde dadurch vermehrt, daß die Menge von Linien über verschiedene Wasserstände, Wassermengen und entsprechende Leistungen, die die älteren Kartenblätter belasteten, durch einfache, die betreffenden Mittelwerte darstellende Linien ersetzt wurden. Für Einzelheitsstudien ist wie früher eine Uebersicht vorhanden. Durch einen etwas kleineren Maßstab und bessere Ausnützung des großen Formats ist es gelungen, 80 km Wasserlänge auf einem Blatt zusammenzubringen, gegenüber 40 km auf den älteren Blättern.

In der Uebersicht sind nur Mittelwasserstände angegeben, da die übrigen Wasserstände unsicher sind, wo keine Pegel vorhanden sind. Die Fallhöhen werden sonach auf Mittelwasserstände bezogen. Eine bedeutende Ersparnis wurde dadurch erzielt, daß der Text für einen ganzen Fluß oder einen größeren Teil davon, entsprechend eins bis fünf Kartenblättern, im Zusammenhang geschrieben ist. Ein kurzer Bericht über Niederschlagverhältnisse ist hinzugekommen, was gegenüber den älteren Blättern, wo diese Hinweise fehlten, eine bedeutende Verbesserung bedeutet.

Der Text wird im übrigen durch eine erhöhte Anzahl von Schaulinien und Kurven über Wasserstände, Wassermengen und Niederschläge erläutert. Eine Neuheit von großem Wert ist weiterhin, daß vollständige Angaben über die auf den Kartenblättern angegebenen Festpunkte aufgenommen sind. Neuherauszugebende Blätter sollen nach der neuen Einrichtung angeordnet werden. Für Blätter, die früher herausgekommene Flußstrecken ergänzen, soll die ältere Einrichtung beibehalten werden. (W. 86.) Dr. S.

Die Elektrisierung von Holländisch-Ostindien. Man ist gewohnt, sich die ostindischen Inseln Java, Sumatra, Borneo und Celebes als wild und so gut wie unkultiviert, wenn auch reich an Naturerzeugnissen, vorzustellen. Indes ist der Vorrat an Wasserkräften auf den Inseln so bedeutend, daß die Holländer hierdurch veranlaßt wurden, an mehreren Stellen die Wasserfälle zur Erzeugung elektrischer Energie zu verwerten. Der holländische Staat hat in Bandoeng auf Java ein Direktionsamt eingerichtet, das die Angelegenheiten betreffend die Wasserkräfte und die Elektrizitätsanlagen in den staatlichen ostindischen Besitzungen zu beaufsichtigen hat.

Die Berge auf Sumatra, Celebes und Borneo reichen stellenweise an 4000 m heran. Die Regenmenge bewegt sich um 3000 bis 4000 mm und sind auch schon größere Regenmengen gemessen worden. Die großen Regengüsse treffen auf einen kleineren Teil des Jahres zusammen, aber das Gelände ist im allgemeinen für die Wasseraufspeicherung günstig; teils geschieht diese Aufspeicherung in vorhandenen Binnenseen, teils in eigens hierfür geschaffenen Anlagen. Da die Berge sehr oft steil sind, so finden sich für Wasserkraftanlagen geeignete Gefälle in großer Menge. Mehrere Kraftwerke sind schon im Gange. Davon gehört ein Teil dem Staat, während andere in privaten Händen sind. Erhebliche Wassermengen werden auch für Bewässerung zu landwirtschaftlichen Zwecken benötigt.

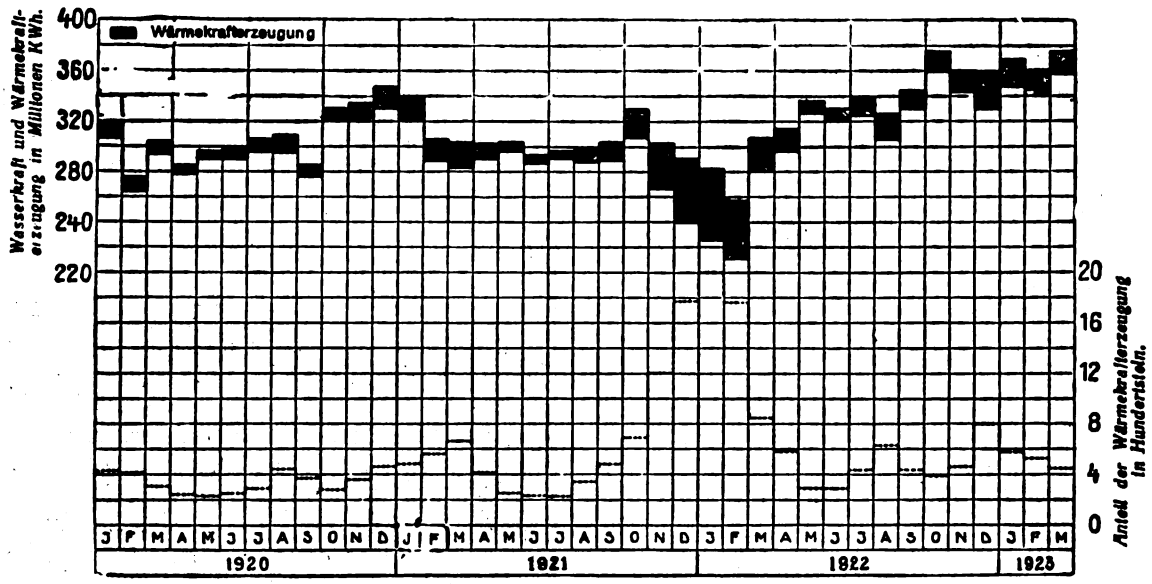
Soweit bisher bekannt — denn die Inseln sind noch nicht vollständig untersucht —, betragen die Wasserkräfte auf Java gegen 500 000 PS, auf Sumatra gegen 2 000 000 PS, auf Borneo 2 000 000 PS und auf Celebes gegen 1 000 000 PS oder alles in allem gegen 5 500 000 PS. Man hält dies für eine Mindestschätzung.

Das Innere der Inseln ist indes nicht erforscht. Man hat allen Anlaß, anzunehmen, daß insbesondere auf Borneo noch viele unbekante Wasserkräfte vorhanden sind.

Das obengenannte Direktionsamt besteht aus folgenden Abteilungen: Verwaltung, hydrotechnische Abteilung, Bauabteilung sowie elektrotechnische und Betriebsabteilung. (W. 258.) Dr. S.

Erzeugung elektrischer Energie in Italien im Jahre 1922. Ueber die Erzeugung elektrischer Energie in Italien im Jahre 1922 hat Ingenieur Pereti der 28. Jahreszusammenkunft der italienischen elektrotechnischen Vereinigung Mitteilungen gemacht und er hat dieselben in einem Anhange zu den vom Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Zentralrat für den hydrographischen Dienst, herausgegebenen Memorie e studi idrografici 1924 (Pubbl. n. 2 — Volume III) veröffentlicht. An dieser Veröffentlichung ist vor allem eine beigegebene zeichnerische Darstellung über den Verlauf der Energieerzeugung in Italien, sowohl der aus Wasserkraft wie der aus Wärmekraft gewonnenen, von Bedeutung. Die Darstellung geht auf den Beginn der hierüber in Italien geführten Statistik, Anfang 1920, zurück. Zu diesem Zeitpunkte begann die Sammlung der statistischen Angaben über die Erzeugung elektrischer Energie durch den hydro-

Digitized by Google



Verlauf der Wasserkraft und Wärmekraft-Energieerzeugung mit Beginn der Statistik.

graphischen Zentraldienst des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten. Die Sammlung wurde von diesem Zentraldienst im Jahre 1921 fortgesetzt und wurde 1922 durch das Sekretariat der zweiten Session des Hauptwasserkraftrates weitergeführt. Die zeichnerische Darstellung fügt dieser Ende 1922 abschließenden Sammlung noch vorläufige, teilweise annähernde Angaben für das erste Vierteljahr 1923 bei, um den durch die Trockenheit des Herbstes 1921 in diesem Herbst wie auch im folgenden Winter 1921/22 veranlaßten auffälligen Rückgang in der Erzeugung elektrischer Energie aus Wasserkraft und das damit zusammenhängende vorübergehende Emporschnellen der Energieerzeugung aus Wärmekraft mit den Angaben für entsprechende Zeiträume vorangegangener und folgender Jahre in Vergleich setzen zu können. Die zeichnerische Darstellung scheint im übrigen nur in losem Zusammenhange zu den Mitteilungen Peretis, in denen sie keine ausdrückliche Erwähnung findet, zu stehen, sie ist aber auch ohne diesen Zusammenhang von Wert. Aus den Mitteilungen Peretis ist hierzu zu entnehmen, daß sich die in Italien geführte Statistik über die Ausnützung der Wasserkräfte auf die alten Grenzen Italiens bezieht und die sogenannten „erlösten" Gebiete nicht in sich begreift. Die Statistik umfaßt nach dem Stand vom 31. Dezember 1922 357 Wasserkraftzentralen mit einer Gesamtleistung von 1 293 093 kW, also bei einer mittleren Leistung von 3470 kW. Für die hydroelektrischen Einrichtungen ergeben sich nach Pereti für die Jahre 1920—22 folgende Zahlen:

Jahre	1920	1921	1922
Anzahl der Zentralen . . .	276	294	357
Installierte Gesamtleistung in kW	933 500	1 034 185	1 239 093
Mittlere Leistung . . in kW	3 390	3 500	3 470

Für die Wärmekraftzentralen ergeben sich für die gleichen Jahre die folgenden entsprechenden Zahlen:

Jahre	1920	1921	1922
Anzahl der Zentralen . . .	86	80	124
Installierte Gesamtleistung in kW	281 000	304 000	340 435
Mittlere Leistung . . in kW	3266	3 800	2 745

Auch in diesen Zahlen kommt der nachwirkende Einfluß der Trockenheitsperiode im Herbste 1921 zum Ausdruck. Die in den hydroelektrischen Anlagen Italiens erzeugte Energie betrug in 1000 kWh im Winter 1920/21: 1 867 507, 1921/22: 1 529 690, 1922/23: 2 081 352.

Pereti fügt seinen Mitteilungen schließlich noch an, daß die Statistik bei 357 Wasserkraft- und 124 Wärmekraftzentralen nicht Anspruch auf Vollständigkeit macht. Es geht dies vor allem aus einem Vergleich mit einer für Steuerzwecke beim Ministerium der Finanzen geführten statistischen Rechnungsablegung hervor, die sich auf 9700 Anlagen zur Erzeugung von Energie bezieht. Es ist anzunehmen, daß die Statistik des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten 93 v. H. derer des Finanzministeriums und praktisch genommen ungefähr neun Zehntel der Gesamterzeugung umfaßt. (W. 87.) Dr. S.

Wasserbau

Verlegen eiserner Rohrleitungen mit geschweißten Stoßstellen in Amerika.

Die Spring Valley Water Co., San Francisco, hat seit vier Jahren beim Verlegen ihres sehr ausgedehnten Rohrnetzes mit dem Schweißen der Stoßstellen so günstige Erfahrungen gemacht, daß sie dieses Verfahren bei Röhren bis zu 0,75 m ⌀ jetzt ausschließlich anwendet. Einem Bericht[1]) über die angewandte erprobte Verlegungsmethode und die vielen mit ihr verbundenen Vorteile entnehmen wir folgendes:

Die einzelnen Rohre von etwa 10 m Länge werden in der Werkstatt in gleicher Weise hergestellt wie für genietete Stöße, nur daß die Nietlöcher an den beiden Enden fortgelassen und statt dessen die Blechkanten dort an der Außenseite unter 45° abgeschrägt werden.

Die Rohre werden wie gewöhnlich neben dem Rohrgraben abgeladen, und zu fünf oder sechs Stück, die jeweils eine Teilstrecke bilden, auf 18/18 cm Kiefernbohlen über den Graben gerollt, mit 3 bis 6 mm Zwischenraum zwischen den Enden genau ausgerichtet und in dieser Lage mit Pflöcken festgelegt, wozu bei größeren Rohren sieben oder acht Mann, bei 0,50 m ⌀ nur drei bis vier Mann erforderlich sind. Jetzt folgt ein Schweißer, der die Stoßstellen an fünf bis sechs Punkten des Umfanges zusammenheftet, wobei er von einem Manne unterstützt wird, der Ungleichmäßigkeiten in der Rohrform durch Drücken und Zwängen ausgleicht, so daß die Bleche sich genau gegenüberliegen. Andere Schweißer, die je paarweise zusammenarbeiten, vollenden das Schweißen, indem sie erst die obere Hälfte und nach Drehen des Rohres die andere Hälfte schweißen. Die Schweißstellen werden gestrichen oder umwickelt.

[1]) Engineering News Record v. 15. 5. 1924.

Digitized by Google

Nun folgt der Verlegetrupp, der in der Mitte der Rohrstrecke und in $^1/_6$ Rohrlänge von jedem Ende entfernt je einen Dreifuß aus 5 m langen 10/10 cm Kanthölzern über dem Graben aufstellt. Das ganze 60 m lange Rohrstück wird nun an 3 cm starken Hanfseilschlingen aufgehängt und mittels Flaschenzügen auf hölzerne Unterstützungen in den Graben herabgelassen, so, daß zwischen dem vorangehenden Rohrende etwa 0,20—0,40 m Zwischenraum bleiben. Indem nun die drei Tragseile um gerade dieses Maß nach rückwärts verschoben werden, gleitet das Rohr bei nochmaligem leichten Anziehen der Flaschenzüge in seine endgültige Lage. Nötigenfalls, besonders auch, wenn quer durch den Graben gehende Hindernisse zunächst einen größeren Abstand bedingen, wird dieses Verfahren mehrere Male wiederholt. Einer zu großen horizontalen Bewegung des Rohres ist jedoch zu widerraten, weil dadurch der Anstrich leicht beschädigt wird; man wird dann besser ein kurzes Paßstück einschieben. Liegt das Rohr in der richtigen Lage, so wird es nach Entfernen der Unterstützungen so weit abgesenkt und festgehalten, daß das eine Ende an das freie Rohrende angeheftet und dann angeschweißt werden kann. Um das Herausziehen der Tragseile zu ermöglichen, werden an diesen Stellen entsprechende Mulden kurz vor dem Absenken hergestellt.

Die Linienführung wird so gewählt, daß die geraden Strecken ein vielfaches der Rohrlänge betragen, so daß Krümmungen bzw. Knicke an den Enden der Teilstrecken liegen, die im Bedarfsfalle auf vier, drei, zwei oder auch nur eine Rohrlänge reduziert werden. Das Absenken und Zusammenschweißen der Teilstrecken geschieht in der gleichen Weise wie bei geradem Stoß, nachdem vorher die beiden Enden je nach Größe des herzustellenden Winkels mit Hilfe entsprechender Papierschablonen zugeschnitten worden sind. Muß eine Krümmung mitten in eine Rohrlänge zu liegen kommen, so wird an der betreffenden Stelle nach Vorzeichnen mit Schablonen ein keilförmiges Stück herausgeschnitten, dessen Breite von der Größe des gewünschten Winkels abhängt. An der Außenseite bleibt ein 2—3 cm breites Stück Blech als Verbindung stehen, die Naht geht also nicht ganz durch. Die beiden Rohrteile werden dann mittels Flaschenzuges zusammengebogen und wieder zusammengeschweißt. Winkel bis zu 23° sind mit einem solchen Schnitt erzielt worden, bei größeren Winkeln sind mehrere Schnitte in etwa 30—40 cm oder mehr Abstand voneinander erforderlich. Zwei Mann stellen eine solche Krümmung in zwei bis vier Stunden her.

Während früher die Krümmungen in der Werkstatt fertiggestellt wurden, wird jetzt ausschließlich das soeben geschilderte Verfahren angewandt, weil es eine größtmögliche Anpassung an das Gelände und außerdem Aenderungen in der Linienführung bis zuletzt gestattet, weshalb auch die Krümmungen erst im letzten Augenblick hergestellt werden.

Die Schweißstellen werden innen und außen gestrichen, was bis zu 0,55 m ⌀ herab durch einen Mann ausgeführt wird, selbst bei Teilstrecken von sechs Rohrlängen. Bei engeren Rohren wird die in Abbildung 2 dargestellte Vorrichtung benutzt, bei der die Anstrichmaße durch ein entsprechend drehbar abgestütztes Rohr zugeführt wird, das am Ende ein Mundstück mit 7,5 mm großen Löchern trägt, das an der Schweißstelle im Kreise gedreht wird. Das Rohr ist mit einem Schlauche an eine Handpumpe angeschlossen, mittels deren die Masse unter Druck herausgepreßt wird. Ein Verstopfen der Spritzlöcher wird durch Hereinstecken kleiner Holzzapfen bei Nichtgebrauch vermieden.

Das Schweißen geschieht mit Sauerstoff-Azetylengebläse unter Verwendung von 5 mm starken Schweißmetallstangen. Die Schweißnähte werden doppelt so stark wie die Blechstücke ausgeführt, und zwar wird nur die eine Hälfte der Stoßnaht auf diese Weise geschweißt, während anschließend die andere Hälfte mit einem sehr weichen Lötmetall gelötet wird. Dieses Löten geschieht bei einer viel niedrigeren Temperatur als das Schweißen, damit ein Werfen und Anfangsspannungen in der Stoßfuge vermieden werden. Wenn das Messing beim Abkühlen reißt, kann es nachgedichtet werden. Um das Schweißen zu ermöglichen, muß an der Stoßstelle ein Loch gegraben werden, in dem ein Mann liegen kann.

Bei früheren Ausführungen einer 0,40 m ⌀ Leitung war noch so verfahren worden, daß sämtliche Rohrstücke fortlaufend über dem Graben angeschweißt wurden, während das fertige Rohr entsprechend dem Arbeitsfortschritt

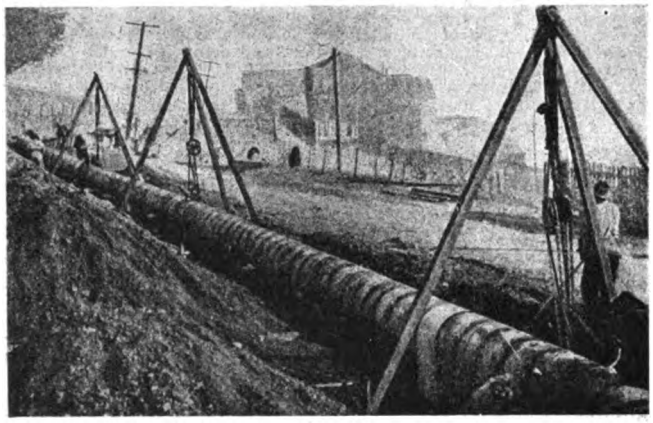


Abbildung 1.

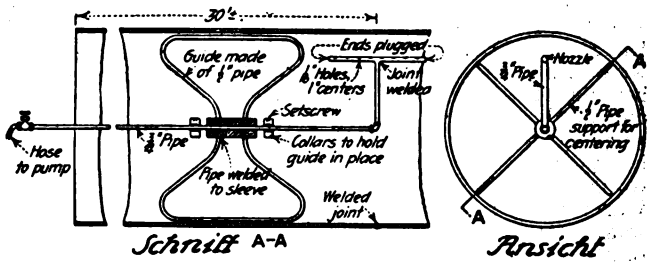


Abbildung 2.

abgesenkt wurde. Die hierdurch verursachte geringe Biegung des Rohres setzte die Stoßstellen unter Spannung und verursachte dadurch viele Undichtigkeiten, weshalb dieses Verfahren durch das oben geschilderte ersetzt wurde.

Hand in Hand mit dem Schweißen der Stoßstellen geht das Anschweißen der Ansatzstücke für Luftventile, Auslässe und anderes. Das Anzeichnen der an den Rohren auszuschneidenden Flächen geschieht auch hier mit Hilfe von 15 cm starken Holzschablonen von etwa 30 × 30 cm, die entsprechend den Durchmessern beider Rohre geformt sind, so daß sie an beide angelegt werden können. Die anzuschweißenden Teile werden zunächst mit einem Flansch angeschraubt, da sie sich sonst zu sehr werfen.

In vier Jahren haben sich die geschweißten Stöße aufs beste bewährt und haben sich auch als die billigsten herausgestellt. Nur ein einziger Stoß ist infolge von Bodensenkung gerissen. Die Anwendung geschweißter Stöße macht die ganze Verlegungsarbeit äußerst anpassungsfähig, da unvorhergesehene Hindernisse ohne Aufschub umgangen werden können; auch können Längenänderungen durch Abschneiden oder Anschweißen eines Stückes schnell durchgeführt werden. Erste Vorbedingung bleibt jedoch, daß die Schweißer unbedingt zuverlässige Arbeit leisten. Eine schlechte Schweißstelle kann, wenn sie fertig ist, meist nicht entdeckt werden.

Bemerkt sei noch, daß das Absenken der Rohrteilstrecken mit Hilfe der beschriebenen Dreifüße nur bis zu 5° Neigung, bei starken Geländeneigungen dagegen mittels tragbarer Gerüste, im übrigen aber in derselben Weise erfolgt. (W. 228.) Ge.

Digitized by Google

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 30. Dezember 1924.

27c, 2. M. 83 760. C. D. Magirus Akt.-Ges., Ulm a. d. D. Selbsttätige Ausschaltvorrichtung für Entlüftungspumpen. 7. 2. 24.

47f, 7. St. 37 808. Franz Xaver Streicher, Hamburg, Bachstraße 2c. Auswechselbarer Rohrflansch. 28. 3. 24.

60, 15. G. 61 035. Eduard Gerberich, Mannheim, Max-Josef-Straße 22. Doppelrückführung für indirekt wirkende Kraftmaschinen-Regler. 27. 3. 24.

42k, 1. H. 92 261. Dr. Erich F. Huth G. m. b. H. u. Dipl.-Ing. Bruno Rosenbaum, Wilhelmstr. 130—132, Berlin, Einrichtung zur Regelung von mechanischen Leistungen und Kraftübertragungen. 28. 12. 22.

60, 1. J. 23 920. Ernst Joßmann, Berlin-Lichterfelde, Gerichtstr. 9. Regelungsvorrichtung für Kraft- oder Arbeitsmaschinen. 30. 7. 23.

84a, 6. K. 89 055. Kraftanlagen-Akt.-Ges., Mannheim. Harke zum Ausräumen von Rechen bei Turbinenanlagen, Klärbecken, Fischteichen u. dgl. 29. 3. 24.

88b, 3. R. 60 789. Emil Rahm, Zürich; Wellenkraftmaschine. 2. 4. 24. Schweiz 20. 3. 24.

Wasserkraftanlagen

Das Wasserkraftwerk Chancy-Pougny. Das Kraftwerk nützt die Rhone an der französisch-schweizerischen Grenze mittelst eines Stauwehres im Flußbett aus, welches fünf Oeffnungen zu je 12 m Weite enthält, vier davon sind durch Schützen von 11 m Höhe geschlossen, während die fünfte Oeffnung der Schiffahrt dient. Die Gesamtlänge des Stauwehres beträgt 85 m, nach links schließt sich der 92 m lange Kraftwerksbau unmittelbar an, der nur die Schaltanlage für den Eigenbetrieb enthält, während die gesamte Generatoren- und Verteilungsanlage auf dem rechten Ufer steht, und zwar die 120 kW-Seite mit den Transformatoren als Freiluftanlage ausgeführt. Maschinen- und Schalthaus sind durch einen Kabelgang verbunden. Vor dem Turbinenhaus befindet sich ein großes Klärbecken von über 5000 m² Grundfläche, welches vom Fluß durch eine Tauchwand aus Beton zur Abhaltung von Treibzeug getrennt ist. Nach unten schließt sich der Grobrechen an, vor den Turbineneinläufen liegt der Feinrechen mit 60 mm Stabweite. Jede Turbinenkammer ist durch zwei Schützen von je 6050 mm Breite bei 8,50 m Wassertiefe mit elektrischem Betrieb abschließbar. Die Feinrechen sind durch Rückströmung spülbar, hydraulisch betätigte Sektorschützen am Fuße der Rechen dienen zur Abschwemmung von Treibzeug und Sand. Vorsorge zur Anbringung einer mechanischen Rechenreinigungsanlage ist getroffen.

Das ausnutzbare Bruttogefälle beträgt 8,40 m bei einer Wasserführung der Rhone von 450 m³/sec, welche 90 bis 150 Tage jährlich verfügbar ist. Das Mittelwasser beträgt 310 m³/sec, das geringste Niederwasser etwa 96 m³/sec. Das Gefälle schwankt zwischen 8,16 m und 8,87 m und geht bis auf 4,40 m zurück.

Vorhanden sind fünf Turbinen mit einer Leistung von je 7600 PS unter 8,16 m Gefälle bei 83,3 Umdr./Min bzw. 8700 PS unter 9 m Gefälle (Niederwasser). Die installierte Maschinenleistung beträgt sonach das 1,5fache der mittleren Leistung und gibt, da stets die ganze verfügbare Leistung abgesetzt werden kann, eine Jahreserzeugung von 150 Millionen kWh.

Die Francisturbinen sind einräderige Vertikalturbinen mit Sichelschaufeln und einer spezifischen Drehzahl von 510 bis 570, je nach Gefälle. Drei derselben sind von den Ateliers des Charmilles S. A., Genf, und zwei von Escher, Wyß & Cie., Zürich, geliefert. Im folgenden seien die ersteren Turbinen, Abbildung 1, kurz beschrieben. Der Antrieb der Leitschaufeln liegt, von oben leicht zugänglich, vollständig im Trockenen, der Laufraddurchmesser beträgt 5050 mm. Die Turbinen sind in Betonspiralen eingebaut, deren Einlauf 15,5 m breit und 7,65 m hoch und sowohl der Breite wie der Höhe nach durch je eine Zwischenwand unterteilt ist. Der Saugrohraustritt, der ebenfalls durch einen Pfeiler geteilt ist, mißt 12 m Breite bei 5,40 m Höhe. Das Saugrohr weist eine scharf gebogene Form, ähnlich dem Kaplansaugrohr, auf. Das Spurlager auf dem Generator-Armkreuz ist für eine Belastung aus Gewicht und Axialschub von 230 t gebaut und besitzt Segmente, welche sich im Laufe frei einstellen können. Die Erregermaschine ist fliegend über dem Spurlager angebracht. Der Regler wird durch eine horizontale Zwischenrolle mit Riemen angetrieben, welche ihrerseits wieder durch Kegelräder von der Turbinenwelle aus getrieben wird. Im Saugrohrhals, von der Spirale aus zugänglich, sind Mannlöcher vorgesehen, welche durch Türen verschlossen sind, um das Laufrad von unten zugänglich zu haben. Zur Ermittlung der günstigsten Saugrohr- und Einlaufform, welche einen erheblichen Einfluß auf den Wirkungsgrad solcher hochwertiger Schnelläufer ausüben, wurde die Modellturbine, im Maßstab 1:7 ausgeführt, in der Versuchsanstalt der Firma in einer genauen proportionalen Nachbildung des Einlaufes und Saugrohres nach Abbildung 2 untersucht, wobei verschiedene Formen untersucht wurden. Einlauf- und Saugrohr-Modelle waren aus Blech und Gußeisen hergestellt.

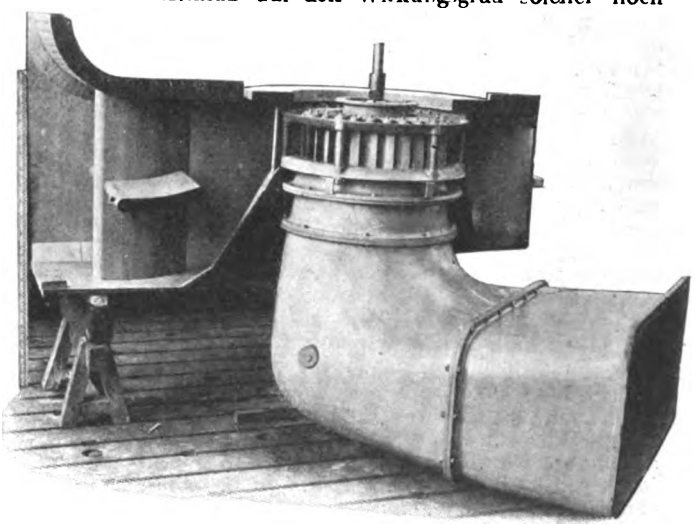


Abb. 2. Versuchsturbine i. M. 1:7, geschnitten.

Die Generatoren erzeugen Drehstrom von 11 000 Volt und 50 Per. und sind für künstliche Belüftung gebaut, ihr GD² beträgt 2000 t m². Zum raschen Stillsetzen ist jeder Rotor unten mit einem Gußring armiert, gegen welchen von unten her die in Abbildung 1 erkennbaren Bremsbacken, acht auf dem ganzen Umfang, drücken können. Die Kolben dieser auf den Armen des unteren Generatorsternes sitzenden Bremszylinder werden durch Drucköl betätigt. Die gleiche Vorrichtung dient auch zum Anheben der Generatorwelle zwecks Nachschau des Spurlagers oder Abkuppeln von der Turbinenwelle. Alle Regler sind unter sich und mit einer Reserve-Oelpumpen-Zentrale zur gegenseitigen Aushilfe verbunden. Alle Steuerapparate

Digitized by Google

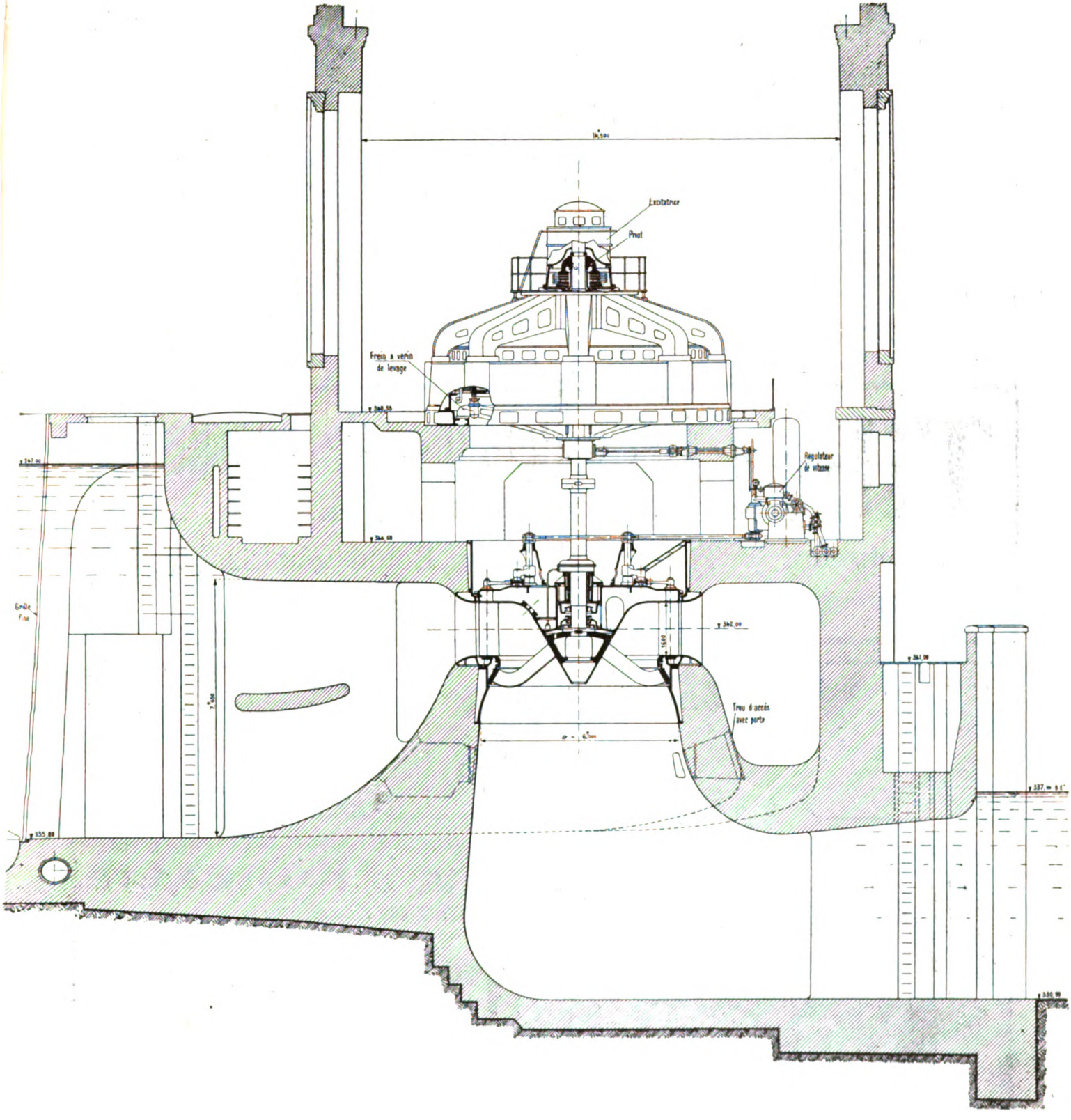


Abbildung 1. Querschnitt durch eine Turbine.

Digitized by Google

jeder Gruppe sind auf einer Tafel nahe dem zugehörigen Regler vereinigt.

Die Projektierung der Anlage erfolgte im technischen Büro der Banque Suisse des Chemins de fer in Bâle. (Nach Bull. Techn. de la Suisse, Rom.) (W. 267.)

Ausstellungen

Eine internationale Ausstellung für Schiffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel. Es haben in den letzten Jahren derartige Ausstellungen bereits in Karlsruhe, Essen, Freiburg i. Br., München usw. stattgefunden und nun soll auch die Schweiz zum ersten Male eine solche veranstalten. Nach den Ausführungen der Regierung sollen mit dieser Ausstellung die alsdann fertig erstellten rechtsrheinischen Hafenanlagen in Basel dem Betrieb offiziell übergeben werden. Die Stadt Basel soll dabei zeigen, daß sie sich nunmehr als Hafenstadt mit dauernden und bleibenden Einrichtungen betrachtet, und daß diese Einrichtungen und Anlagen auch betriebsfähig sind und ausgenützt werden. Es sei ein Bedürfnis, auf schweizerischem Gebiet wieder einmal eine internationale Veranstaltung zu schaffen und zu versuchen, die Interessen der verschiedenen Länder auf neutralem Boden zusammenzubringen. Die Schweiz habe in Kanalbauten, namentlich in Verbindung mit Kraftbauten, bereits großes geleistet; auch für den Kanal beim Kembs seien Schweizer Ingenieure zugezogen worden und für die Schiffahrt, den Schiffsbau sowie für den Bau von Umschlagseinrichtungen und Maschinen interessieren sich schweizerische Maschinenfabriken in hervorragendem Maße. Die Ausstellung soll einen klaren Ueberblick über die Entwicklung und den derzeitigen Stand der Schiffahrt auf den Binnengewässern und der Ausnützung zur Kraftgewinnung in den verschiedenen Ländern bieten. Daß auch die Kraftgewinnung umfaßt werden soll, sei bei der Stellung, welche die Schweiz auf diesem Gebiete einnehme, selbstverständlich; immerhin müsse sich dieser Zweig der Ausstellung auf die Kraftgewinnung beschränken, da eine Ausdehnung auf die Kraftanwendung viel zu weit führen würde. Hingegen soll sich die Ausstellung nicht allein auf die Flußkraftwerke (Niederdruckwerke) beschränken, sondern zur Vervollständigung des Bildes auch die Hochdruckwerke einbeziehen. Ferner sollen auch Rohprodukte, die für den Schiffsbetrieb in Frage kommen, zugelassen werden, und eventuell auch solche Rohstoffe, die sich für den Wassertransport in besonderem Maße eignen. Die Ausstellung soll in den Hallen der Schweizer Mustermesse untergebracht werden, wo 18 000 qm gedeckte Bodenfläche und 30 000 qm freies Ausstellungsgelände zur Verfügung stehen werden. (W. 269.)

Tibet Tief- u. Betonbau-Gesellschaft m. b. H. & Co.
München Westenriederstraße 21
Telegr.-Adr: Tibet München
Unternehmung für Tief- und Hochbau, Beton- und Eisenbeton
Fundierungen mit „Tibet-Eisenbetonpfählen" D. R. P.

BAHR'S Normen a. d. Schriftschablonen

D.R.P. Auslandspatent. Vom Normenausschuß empfohlener Beschriftungsapp. Kostenl. Prospekt Neu! Paustinktur Klementine.
FILLER & FIEBIG, BERLIN S 42

Eine Anzeige
in der internationalen Zeitschrift „Die Wasserkraft" ist für Sie der
beste Kunden-Werber!

Fabrikation sämtlicher
Vermessungsinstrumente
Instrumente für das gesamte Bautach
GEORG BUTENSCHÖN
Werkstätten für wissenschaftliche Instrumente
BAHRENFELD bei Hamburg
Einrichtung von technischen Bureaus

Amme, Giesecke & Konegen
A.-G.
Braunschweig
Technische Büros in
Berlin W 9, Potsdamerstr. 134 a
Königsberg i. Pr., Schieusenstr. 3 e
München, Am Karlsplatz 24
Breslau, Weidenstr. 30
Wasserkraft-Anlagen

Wasserturbinen für alle Gefälle und Leistungen,
Automatische Geschwindigkeitsregler,
Wasserstandsregler, Rechen, Schützen,
Wehranlagen.
№ 2481
454
1924/25

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 24 **München, 15. Dezember 1924** **19. Jahrgang**

ROBERT WEYRAUCH †

Durch den Heimgang des o. Prof. für Wasserbau, Städtebau und städtischen Tiefbau an der Technischen Hochschule in Stuttgart, Dr.-Ing. Robert Weyrauch, am 15. Oktober dieses Jahres, hat die deutsche Technik und die deutsche Bauingenieurwissenschaft im besonderen einen schmerzlichen Verlust erlitten.

Robert Weyrauch wurde am 20. August 1874 in Stuttgart geboren. Im Anschlusse an sein Bauingenieurstudium an der dortigen Hochschule widmete er sich zunächst dem Gebiete der Wasserversorgung unter A. Thiem. Dessen reicher Born an theoretischem Wissen und praktischer Erfahrung wirkte außerordentlich befruchtend auf den damals noch jungen Ingenieur. Im Anschluß an diese zweijährige Tätigkeit an der Stuttgarter Technischen Hochschule wurde Weyrauch mit der Bauausführung der Wasserversorgungsanlage der Stadt Lahr i. B. nach den Plänen Luegers betraut. Nach vorübergehender Wirksamkeit in Ulm an der dortigen Straßenbauinspektion unterzog er sich dem Regierungsbaumeisterexamen im Alter von 29 Jahren und war dann bei Bauausführungen der Städte Charlottenburg und Frankfurt a. M. tätig.

In diese Schaffenszeit fallen seine erfolgreichen Wettbewerbsarbeiten für die Bebauungspläne von Potsdam und Helsingborg, sowie für die Breslauer Kaiserbrücke über die Oder, ferner die Herausgabe seiner ersten selbständigen Schrift „Unterlagen zur Dimensionierung städtischer Kanalnetze". Durch sein bisheriges, großes Können zeigendes Wirken in der Baupraxis und durch die vorgenannten reifen ingenieurtechnischen Arbeiten hatte Weyrauch bereits einen so guten Ruf in den Fachkreisen, daß er — erst 32 Jahre alt — auf den Lehrstuhl für Wasserbau an der Technischen Hochschule in Stuttgart berufen wurde als Nachfolger Otto Luegers.

An dieser neuen Wirkungsstätte entfaltete Weyrauch eine Produktivität, die Bewunderung erheischte: als Lehrer der akademischen Jugend, als praktisch tätiger Ingenieur und als technischer Schriftsteller. So umfaßte sein Lehramt neben dem Wasserbau auch noch den Städtebau einschließlich dem städtischen Tiefbau; er bewältigte also die Arbeit zweier vollwertiger Lehrstühle. Danebenher ging eine starke Inanspruchnahme seines fachlichen Wissens und insbesondere auch seiner praktischen Erfahrung bei Projektierungen und Bauausführungen. Es sei in diesem Zusammenhange auf die Talsperrenanlage von Brüx in Böhmen verwiesen, deren Entwurf von Weyrauch stammt und die auch unter seiner Oberleitung in den Jahren 1911 bis 1914 zur Ausführung gelangte. Trotz dieses intensiven und vielseitigen Schaffens fand der Verstorbene gleichwohl noch die Zeit zu einem erstaunlich reichen literarischen Wirken. An selbständigen Schriften erschienen: „Der Wasserbau, gemeinverständliche Uebersicht seiner Gebiete und Probleme"; „Hydraulisches Rechnen"; „Wasserversorgung der Ortschaften"; „Bebauungspläne und Entwässerungsanlagen"; die 2. Auflage des von Otto Lueger in 1. Auflage herausgebrachten umfangreichen Werkes „Die Wasserversorgung der Städte"; „Wirtschaftlichkeit technischer Entwürfe"; „Die Talsperre der kgl. Stadt Brüx in Böhmen"; Beiträge zur Berufskunde des Ingenieurs"; „Das technische Schulwesen"; „Die Technik, ihr Wesen und ihre Beziehungen zu anderen Lebensgebieten". Das „Hydraulische Rechnen" hat inzwischen schon fünf Auflagen erlebt und das Manuskript zur sechsten Auflage liegt druckreif vor. Dem letztgenannten Werke „Die Technik" fiel der erste Preis, welchen die Max-Eyth-Stiftung vergab, zu. Es ist zu hoffen, daß das druckreife Manuskript einer Arbeit über „Hochschulpädagogik", das sich im Nachlaß des Verstorbenen vorfand, durch Drucklegung der Allgemeinheit zugänglich gemacht wird.

Wie schon die Titel verschiedener dieser Schriften andeuten, hat sich der Verstorbene in seinem literarischen Schaffen nicht nur auf die Gebiete seiner eigentlichen beruflichen Tätigkeit beschränkt. Er hat vielmehr auch die Zusammenhänge zwischen Technik und Wirtschaft, und darüber hinaus auch die Beziehungen der Technik zum gesamten Kulturleben zu erfassen versucht. Solcherart schlug Weyrauch den Nichttechnikern, der Allgemeinheit, Brücken zum Verständnis technischen Wirkens und Strebens. Und den Nurtechniker gemahnte er eindringlich an die Bedingtheit und Begrenztheit ingenieurtechnischen Wollens, an die Notwendigkeit, die Fühlung mit den übrigen Belangen der Kultur nicht zu verlieren. In diesem Wirken erkennt man den eigentlichen Wesenszug Robert Weyrauchs, der nicht so sehr nach einseitig-theoretischer fachwissenschaftlicher Forschertätigkeit neigte, der vielmehr mit beiden Füßen und offenen Augen im pulsierenden Leben stand und deshalb mit den lebendigen Problemen, die sich aus den technisch-wirtschaftlichen und technisch-kulturellen Zusammenhängen ergeben, fertig zu werden trachtete. Allzufrüh ist Weyrauch aus diesem fruchtbaren Schaffen gerissen worden, zum großen Schmerze seiner Hörer, denen er stets ein warmes Herz und volles Verstehen für ihre Bedürfnisse und für ihre in den Zeitverhältnissen bedingten Nöte entgegenbrachte; allzufrüh aber auch für seine Fachkollegen und Berufsgenossen, die von dem erst 50-jährigen noch manche wertvolle Erkenntnisse erhoffen durften.

Wir alle werden das Andenken Weyrauchs stets in Ehren halten. Und seine ingenieurtechnischen und literarischen Werke werden noch späteren Generationen von seinem Können Zeugnis geben und den Geist, der aus diesen Werken spricht, fortwirken lassen. (W. 281.)

Dr.-Ing. Streck.

Digitized by Google

Das Zweribachwerk.

Eine Hochdruckwasserkraftanlage im Badischen Schwarzwald.

Von Regierungsbaumeister a. D. Karl Köbler, Vorstand der Ludin A.-G. Karlsruhe (i. B.)

Der badische Schwarzwald, der reich ist an ausbaufähigen Wasserkraftanlagen, weist einige Gebiete auf, in denen die Ausnutzung besonders günstig und besonders konzentriert erfolgen kann. In Mittelbaden ist dies das Gebiet des Murgwerkes. Sein Arbeitsvermögen ist nach Durchführung des Vollausbaues (das zurzeit im Bau befindliche Schwarzenbachwerk ist nur der kleinere Teil der vorgesehenen Hochdruckstufe) 120 Mill. kWSt jährlich bei einer Spitzenleistung von rund 50 000 kW. Ein zweites Gebiet liegt in Südbaden. Dort kann im Anschluß an den Schluchsee bei Ausnützung der Schwarzwaldflüße von der Wutach bis zur Alb eine Jahreserzeugung von ganz rund 500 Millionen kWSt in voraussichtlich drei Zentralen gewonnen werden. Diese beiden Gebiete sind ausschließlich dem badischen Staat bzw. dem Badenwerk zum Ausbau vorbehalten. Ein drittes Flußgebiet ist das der Elz-Wildgutach im Breisgau. Hier können rund 110 Millionen kWSt ausgebaut werden, und zwar in zwei bis drei Kraftwerken. Die bekannteste von den in diesem Gebiet geplanten Gefällstufen ist das von der Stadt Freiburg vor einiger Zeit nach den Entwürfen des Verfassers aufgegriffene Elzwerk mit einem Gefälle von ganz rund 600 m, das in einem Krafthaus mit einer Wildgutachstufe vereinigt unter Ausnutzung eines günstig zu schaffenden Ueberjahresspeichers und nach Angliederung einer Pumpenspeicheranlage etwa 85 Millionen kWSt erzeugen kann. Davon sind etwa 45 Millionen kWSt reine 6 bis 7monatige Winterkraft. Eine zweite Kraftzentrale, Wildgutach aufwärts gelegen, umfaßt ebenfalls zwei Gefällstufen, und zwar eine Wildgutachstufe von rund 90 m Gefälle (oder 220 m) (Ausgleich durch Tagesbecken) und die Hochdruckstufe des Zweribachwerkes von 490 m Bruttogefälle mit Jahresspeicher.

Die Firma Gütermann & Co., Gutach, Breisgau, welche die Konzession für das Zweribachwerk sowie für die in das gleiche Krafthaus einbezogene Wildgutachstufe nach den Plänen des Ingenieurbureaus Ludin A.-G., Karlsruhe, erworben hatte, entschloß sich zunächst mit dem Bau des Zweribachwerks zu beginnen. Es handelte sich für die Firma Gütermann darum, überhaupt mehr Kraft zu erzeugen, dann aber auch insbesondere Ergänzungskraft für verschiedene bereits bestehende Laufwerke zu gewinnen. Schließlich waren auch noch rein geldwirtschaftliche Gesichtspunkte maßgebend, da die Gestehungskosten der aus

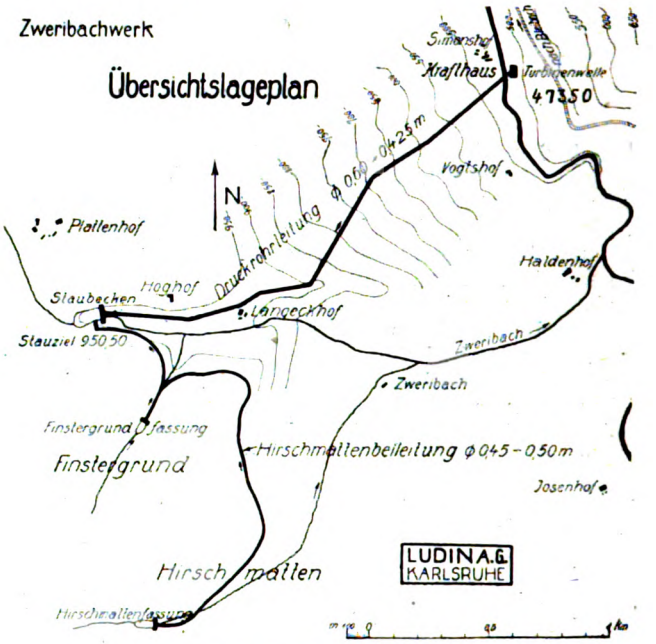


Abbildung 1. Übersichts-Lageplan.

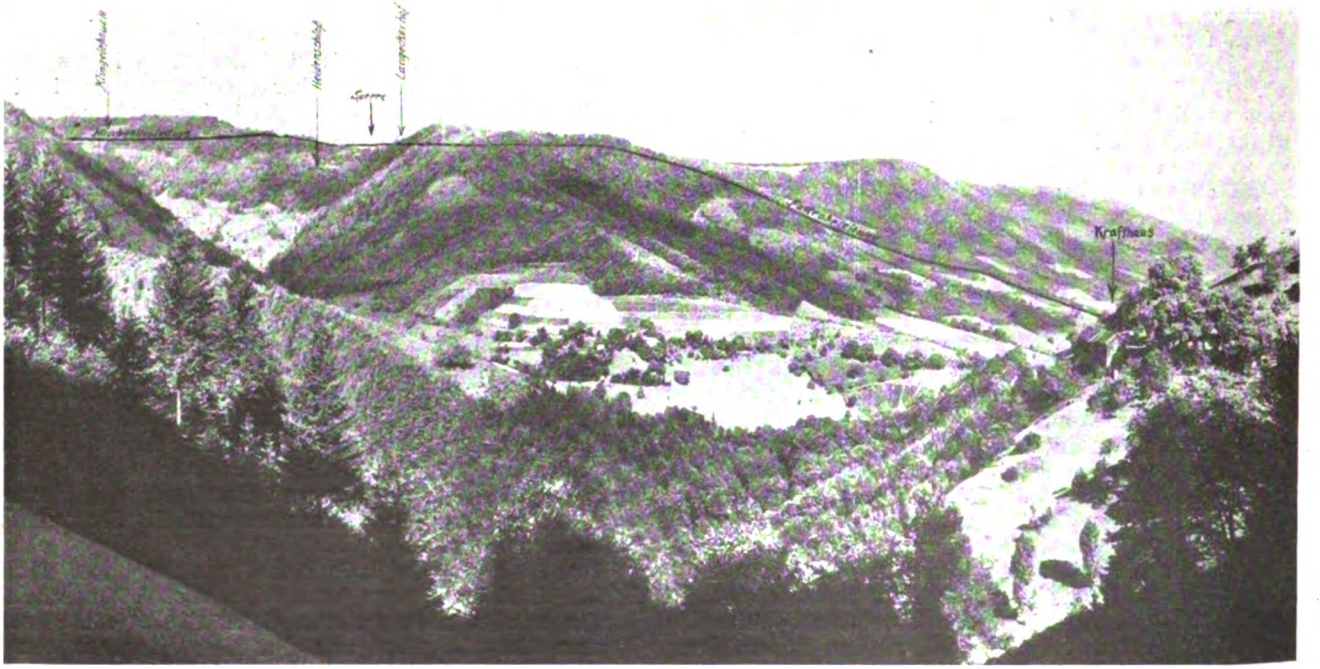


Abbildung 2. Blick vom Wildgutachtal auf das Kandelmassiv.

Digitized by Google

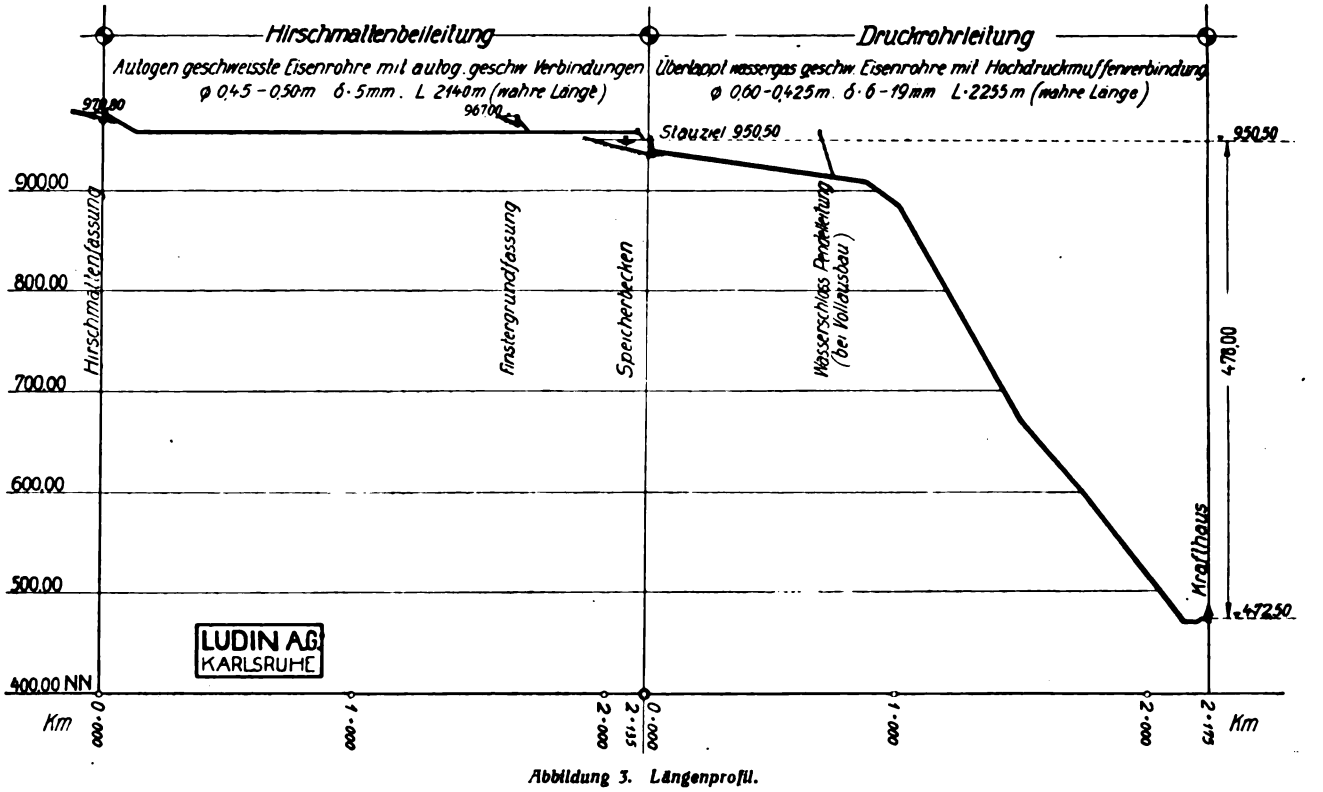


Abbildung 3. Längenprofil.

dem Zweribachwerk gewonnenen Kraft wesentlich unter den Tarifen der Ueberlandzentrale liegen, obwohl das Ueberlandwerk den gesamten Strom aus Oberrheinwerken bezieht, also verhältnismäßig noch günstige Strompreise hat. Da das Zweribachwerk mit seinem Bruttogefälle von fast 500 m die weitaus höchste Gefällstufe in Deutschland darstellt, dürfte eine Beschreibung des nun fast vollendeten Werkes interessieren.

Das Einzugsgebiet am Kandelmassiv, liegt auf einer Höhe von durchschnittlich rund 1000 m über Meeresspiegel. Die Niederschlagshöhen sind entsprechend hoch (besonders auch deshalb, weil das Kandelmassiv nach SW in die Rheinebene vorgeschoben ist) und erreichen im langjährigen Durchschnitt 1600 bis 1800 mm. Die in dem Quellgebiet des Zweribachwerkes vorgenommenen Wassermessungen haben ergeben, daß mit einer Abflußhöhe von durchschnittlich 1350 mm gerechnet werden kann. Das entspricht einer Spende von 12 lit sec/qkm. Die Verteilung des Abflusses über das Jahr ist wesentlich besser als bei anderen Schwarzwaldbächen, da große Teile des Einzugsgebietes nach Norden, der Sonne wenig zugänglich, liegen, sodaß sich hier bis lange ins Frühjahr hinein Schnee halten kann. Das insgesamt durch die Anlage genutzte Einzugsgebiet beträgt 3,60 qkm. Davon entwässern 2,35 qkm unmittelbar in das auf dem Hochplateau vorgesehene Speicherbecken, während der Abfluß von rund 1,3 qkm durch eine 2140 m lange Beileitung der Talsperre zugeführt wird. Der mittlere verfügbare Abfluß aus dem Einzugsgebiet ist 151 lit sec. Nach Abzug der Verluste infolge von Verdunstung, Versickerung, Hochwasserüberlauf an den Fassungen sowie Abgabe für Wiesenwässerung und während des Sommers noch Abgabe von Sonntagswasser für den durch das Werk beeinträchtigten Zweribachwasserfall, kann mit einem nutzbaren Abfluß von rund 118 lit sec gerechnet werden. Die Ausbauwassermenge bei Vollausbau ist zu 450 lit sec vorgesehen.

Der Nordrand des Kandelmassivs ist begrenzt durch das außerordentlich tief eingeschnittene Wildgutachtal. Die geologischen Verhältnisse des Gebietes sind klar und einwandfrei. Die in Betracht kommende Sperrstelle ist in geologischer Beziehung günstig, da es sich durchweg um Urgebirge handelt und der Fels (Renchgneis) entweder ansteht oder in höchstens 3 m Tiefe, selbst in der Talsohle, zu erreichen ist. Auch die Hauptfixpunkte der Druckrohrleitung konnten fast ausnahmslos auf Fels gegründet werden. Gewisse Schwierigkeit bereitete lediglich in der Druckrohrstraße die Ueberwindung eines vom Rand der Hochebene früher zu Tal gegangenen Murganges.

Für die Wirtschaftlichkeit des Zweribachwerkes ist es besonders günstig, daß die in Betracht kommende Sperrstelle fast unmittelbar am Rande des Hochplateaus liegt

Abbildung 4. Hirschmattenbeileitung.

Digitized by Google

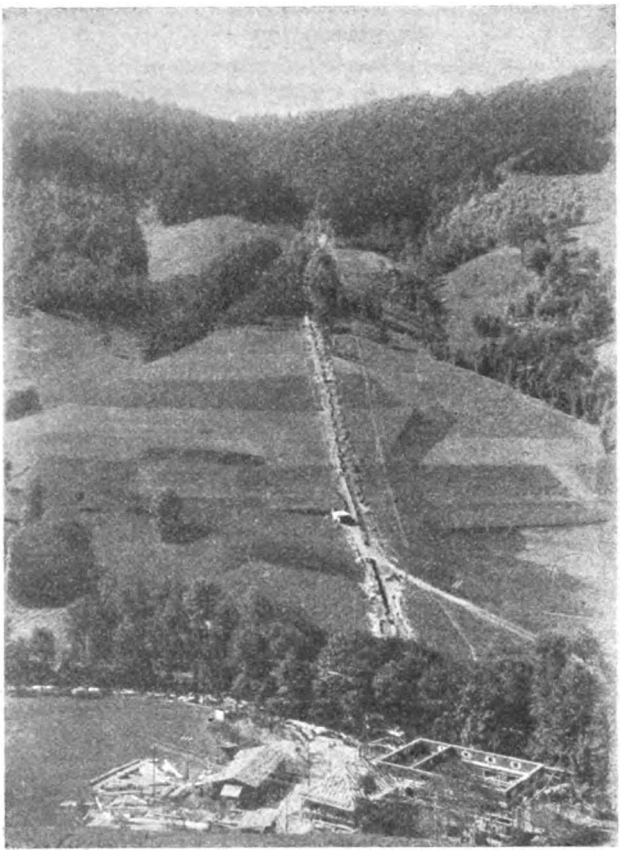


Abbildung 5. Rohrgraben und Schrägaufzug der Falldruckrohrleitung.

derart, daß das Bruttogefälle von 490 m durch eine Falldruckrohrleitung von nur rund 1355 m erschlossen werden kann, wobei zwischen Sperre und Steilabfall lediglich eine kurze Flachstrecke von 900 m liegt.

Das Stauziel des Jahresbeckens ist auf 962 + NN vorgesehen bei einem Nutzinhalt von rund 1 Million cbm gleich rund 20% des im Durchschnitt verfügbaren Jahresabflusses. Die Gesamthöhe der Sperre beträgt dabei 25 m über Talsohle. Der gegenwärtig im Bau befindliche erste Ausbau sieht jedoch anstelle des Jahresspeichers zunächst nur ein Tagesspeicher vor, der etwa 200 m oberhalb der künftigen Sperrstelle durch eine kleine massive Betonsperre gebildet wird. Der Nutzinhalt des Tagesspeichers beträgt 10 200 cbm bei einem Stauziel von 950,50 + NN.

Die oben schon erwähnte 2140 m lange Hirschmattenbeileitung hat einen Durchmesser von 450 bis 500 mm und wurde aus schmiedeisernen autogengeschweißten Rohren, die außen gejutet und geteert sind, hergestellt. Sie wurden in Längen von 8 m angeliefert und im Graben fortlaufend aneinandergeschweißt. Lieferung und Verlegung erfolgte durch die Firma Kuntze in Göppingen. Die Rohre sind durchweg verdeckt verlegt.

Die Druckrohrleitung hat von der Sperre bis zum Krafthaus eine Gesamtlänge von 2255 m. Die ersten 900 m sind als Hangdruckleitung im Hochplateau verlegt. Nach 900 m wird der Steilabfall erreicht; die eigentliche Fallrohrleitung hat somit nur eine Länge von 1355 m und führt mit einer durchschnittlichen Neigung von 1:3 bis zum Krafthaus im Wildgutachtal. Die Druckrohrleitung zwischen Talsperre und dem letzten Fixpunkt vor dem Krafthaus am linken Ufer der Wildgutach ist als eine zwischen Festpunkten fixierte, verdeckt verlegte Muffenleitung ausgebildet. Da größere Temperaturunterschiede nicht auftreten können und außerdem die Muffenverbindungen kleinste Bewegungen zulassen, konnte von der Anordnung besonderer Ausdehnungsstücke Abstand genommen werden. Der Knickpunkt vor dem Wildgutachdüker ist als Endfestpunkt ausgebildet. Von diesem ab ist das Druckrohr als fliegende Leitung mit Flanschverbindungen bis zur Verteilleitung vor dem Krafthaus weitergebaut.

Beim Uebergang von der Flachstrecke in die Steilstrecke ist ein Wasserschloß in der Form eines Pufferrohres vorgesehen. Eine Nachprüfung ergab jedoch, daß beim gegenwärtigen Ausbau (Tagesbecken statt Jahresbecken), Ausbauwassermenge 300 lit/sec statt 450 lit/sec) vom Bau des Wasserschlosses abgesehen werden kann. Es ergab sich nämlich, daß bei genügend großer Oeffnungszeit (t = 12 sek) und beim Betrieb mit nur zwei Turbinen (Ausbauwassermenge 300 lit/sek) ein Abreißen des Wassers beim Uebergang von der Flachstrecke in die Steilstrecke, und damit die Bildung eines Vakuums nicht zu befürchten ist.

Die Berechnung des Druckanstiegs wurde für 2 Fälle untersucht; einmal: sämtliche Turbinen schließen gleichzeitig mit der Reglerschließzeit (t = 20 sec) und zweitens: es ist nur eine Turbine in Betrieb, deren Düse plötzlich (t = 1 sec) durch einen Schwimmkörper Holz, Eis) verstopft wird. Der zweite Fall erwies sich als der ungünstigere. Der Druckanstieg wurde dabei zu 70 m berechnet.

Die gesamte Druckrohrleitung von der Sperre bis zum Krafthaus ist aus schmiedeeisernen, wassergas überlappt geschweißten Rohren der Mannesmannröhrenwerke hergestellt. Die Rohre sind innen und außen asphaltiert und außen bejutet. Bis zu 21 Atm. statischen Druck wurden Doppelbördelmuffen mit Bleiverstemmung; von 21 bis 49 Atm. statischen Druck Hochdruckmuffen mit Sicherheitsflansch, gleichfalls mit Bleiverstemmung verwandt. Der lichte Durchmesser der Rohre beträgt 600 bis 425 mm, die durchschnittliche Baulänge 12 m, die Wandstärke 6 bis 19 mm.

Die Verlegung der Druckrohrleitung erforderte besondere Maßnahmen. Die Rohre der flach geneigten oberen Strecke von 900 m Länge, sowie die oberen Rohre des Steilabfalls wurden wie die Rohre der Hirschmattenbeileitung von der Station Kirchzarten mittelst Lastauto beigeführt, wobei eine Gesamtsteigung von 600 m zu überwinden war. Für die bis zu 3½ Tonnen schweren Rohre der Falldruckrohrleitung war der Bergtransport mittelst Schrägaufzug vom Wildgutachtal her das gegebene. Zunächst wurden die Rohre für die untere Hälfte mittelst einer etwa auf halber Höhe aufgestellten Winde hochgezogen und längs des Grabens ausgelegt, da die Montage der Rohrleitung von unten einsetzte. Inzwischen wurde am Beginn des Steilabfalls eine zweite Winde aufgestellt, mit welcher der oberste Teil der Rohre von oben nach unten ausgelegt wurde. Sodann wurde der verbleibende weitaus größere Rest vom Wildgutachtal aus mittelst der ersten

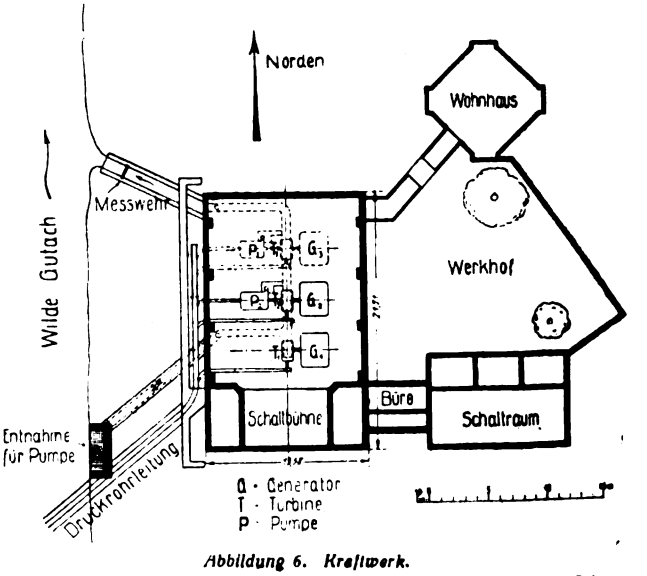


Abbildung 6. Kraftwerk.

Digitized by Google

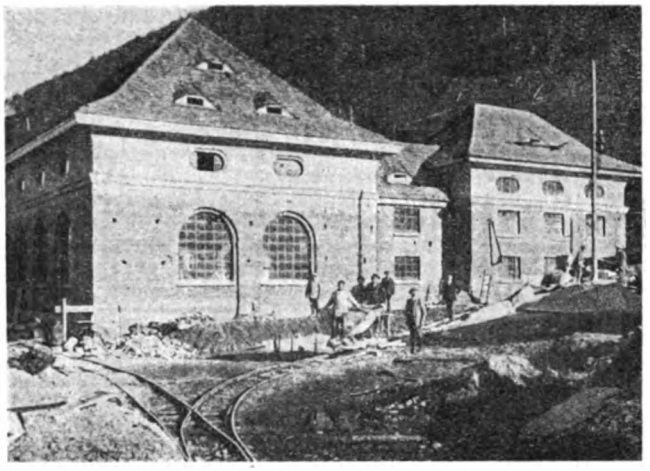


Abbildung 7. Kraftwerk-Ansicht.

Winde hochgezogen und hier ohne Umladen an die zweite Winde gehängt, hochgezogen und ausgelegt.

Das Kraftha des Zweribachwerkes mußte auf dem rechten Ufer der Wildgutach angeordnet werden wegen der für später vorgesehenen Erweiterung durch Eingliederung der oben bereits erwähnten Wildgutachstufe mit etwa 100 m Gefälle. Die Kreuzung der Wildgutach erfolgte mit Rücksicht auf die bedeutenden Hochwasser dieses Flusses durch Unterdükerung. Von den Verteilrohren zweigen 5 Stutzen mit 300 mm l. W. und 21 mm Wandstärke ab. Der Durchmesser des Verteilrohres mit 425 mm l. W. bleibt konstant. Es ist vorgesehen, daß bei späterem Ausbau der Wildgutachstufe, die mit diesen Turbinen gekuppelten Zentrifugalspeicherpumpen ihr Druckwasser durch eine an das Verteilrohr anzuschließende Rohrleitung fördern. Vorläufig wird das Ende des Verteilrohres und die beiden letzten Stutzen, welche für das später aufzustellende dritte Aggregat (Turbine + Pumpe) der Zweribachstufe vorgesehen sind, mit Blindflanschen abgeschlossen.

Die maschinelle Einrichtung des Werkes umfaßt beim ersten Ausbau der Zweribachstufe zwei Aggregate, jedes bestehend aus einer Hochdruckfreistrahlturbine der Firma Voith, Heidenheim, gekuppelt mit Drehstromgeneratoren der S. S. W. Das Aggregat II erhält außerdem eine Hochdruckzentrifugalpumpe, geliefert von der Firma Escher Wyss & Co. Ravensburg. Die Pumpe ist abweichend von der allgemein üblichen Anordnung nicht mit dem Generator unmittelbar gekuppelt, die Anordnung ist vielmehr: Generator — Turbine — Pumpe. Diese Anordnung ist dadurch nötig geworden, daß die Generatoren direkt angebaute Erregermaschinen haben, und ein besonderer Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für die Erregung nicht aufgestellt werden sollte.

Aus der Stauhöhe von rund 950,50 m + NN des Tagesbeckens und der Höhenlage der Düse von 473,2 + NN ergibt sich ein Rohrgefälle von rund 477 m. Nach Abzug der Leitungsverluste und unter Berücksichtigung der Spiegelschwankungen ergibt sich für den gegenwärtigen Ausbau ein Nutzgefälle von rund 462 m.

Die Leistung einer Turbine bei diesem Gefälle und 150 lit/sec beträgt 780 PS bei 1000 Umdrehungen. Die Generatoren sind für eine Dauerleistung von 800 kVA = 560 kW bei cos = 0,7 bemessen. Die Spannung beträgt 4200 Volt, die Periodenzahl 50/Min. Um ein Schwungrad zu vermeiden, wurde das erforderliche Schwungmoment von 1200 kg² im Rotor untergebracht. Die Generatoren sind vollständig gekapselt. Die beim ersten Ausbau jährlich erzeugte elektrische Arbeit beträgt 3,55 Millionen kWh. Die Volleistung des Werkes nach Aufstellung der dritten Turbine beträgt rund 1680 kWh und die Jahreserzeugung nach Bau der großen Sperre rund 4 Mill. kWh Tagkraft.

Die neunstufige Pumpe fördert 120 lit/sec auf 500 m manometrische Förderhöhe bei einer Aufnahmeleistung an

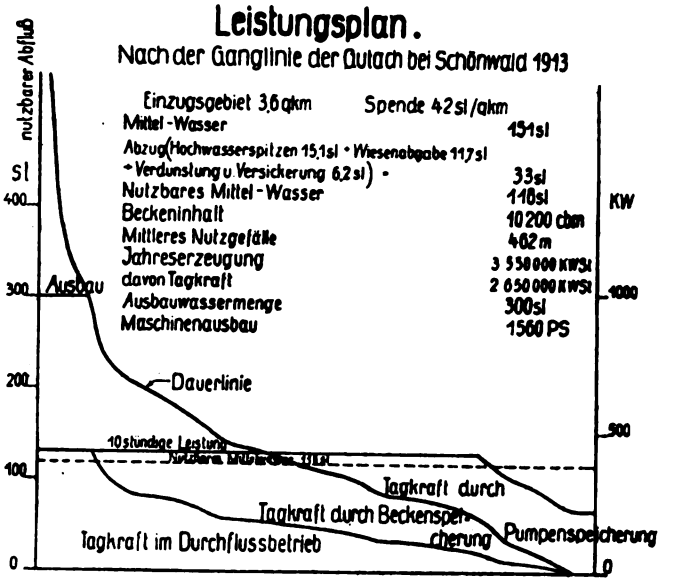


Abbildung 8. Leistungsplan.

der Welle von rund 1000 PS und ist mit einer ausrückbaren Bennkupplung mit der Turbinenwelle verbunden. Während des Pumpbetriebes läuft die Turbine leer mit.

Die von der Firma Voigt und Haeffner gelieferte Schaltanlage ist in einem besonderen Schalthaus untergebracht, welches sich rechtwinkelig an das Maschinenhaus anschließt. Die Anordnung ist wesentlich dadurch vereinfacht, daß jeder Generator unter Vermeidung von 4000-Volt-Sammelschienen direkt mit je einem SSW-Transformator von 800 kVA gekuppelt ist und die 20 000-Volt-Sammelschiene bzw. die davon abzweigenden zwei (später drei) Freileitungen speist. Ein kleinerer Motorgenerator für die Aufladung der Akkumulatorenbatterie für den Eigenbedarf ergänzt die Anlage. Im Maschinenhaus ist außerdem noch ein 10-Tonnen-M.A.N.-Laufkran vorgesehen.

Bei der Projektierung des Krafthauses ist wie oben schon erwähnt, Rücksicht genommen worden auf den späteren Ausbau der Wildgutachstufe mit zwei je 2000 PS Aggregaten (Generator — Turbine — Pumpe). Die architektonische Lösung gestattet sowohl den Maschinensaal als auch das Schalthaus in ihrer Längsrichtung zu erweitern. Die gesamte architektonische Anordnung sowie künstlerische Raumgestaltung erfolgt unter Mitwirkung von Architekt Professor Dr. Alker, Karlsruhe.

Ueber die Wasser- und Energiewirtschaft des Werkes ist folgendes zu sagen: Wie oben schon erwähnt, sieht der erste Ausbau lediglich ein Tagesbecken mit 10 200 cbm

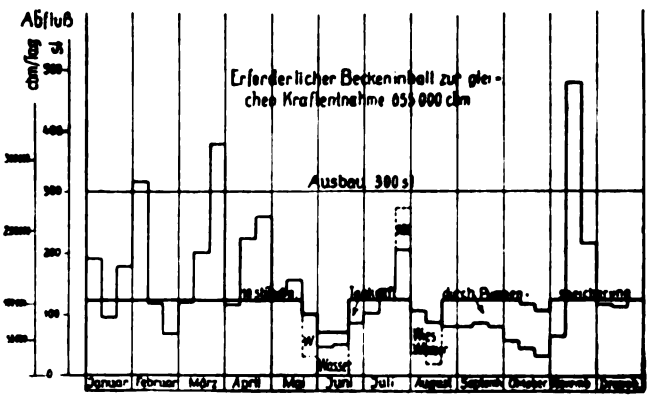


Abbildung 9. Betriebsplan.

Digitized by Google

Nutzinhalt vor bei einer Ausbauwassermenge von 300 sl. Die Leistungsfähigkeit des Werkes ist aus dem Leistungsplan zu ersehen. Besonders hervorzuheben ist die bedeutende Erhöhung der Naturwasserleistung des Werkes in Niederwasserzeiten und in Zeiten, wo Wasser für Wiesenbewässerung abgegeben werden muß, durch Angliederung der Pumpenspeicherung. Aus dem zugehörigen Wasserwirtschaftsplan ist noch besser ersichtlich, wie stark ausgleichend der Wasserzuschuß infolge Pumpenspeicherung wirkt. Es ist dabei angenommen, daß die vorgesehene erste Speicherpumpe mit der vollen Aufnahmeleistung bis zu 14 Stunden täglich arbeitet. Voraussetzung ist natürlich, daß der zum Betrieb der Pumpe erforderliche Strom (Nachtkraft) aus den vorhandenen Laufwerken bzw. durch Angliederung an die mit den Oberrheinwerken verbundene Ueberlandzentrale bezogen werden kann und daß die notwendige Förderwassermenge immer zur Verfügung steht. Beide Bedingungen sind bei diesem Werke erfüllt. Aus dem Wasserwirtschaftsplan geht weiter hervor, daß, wenn dieselbe Entnahmemöglichkeit an Tagkraft durch Schaffung eines Beckens erreicht werden soll, die jetzt mit Hilfe des Tagesbeckens und der Nachtkraftspeicherung erzielt wird, ein Becken von rund 655 000 cbm nötig wäre. Schließlich wird auch das Maß der Leistungsschwankung: Ausbauleistung zu Kleinleistung durch die Pumpenspeicherung ganz bedeutend verbessert, nämlich von 2:0 auf 2:1. Ohne Pumpenspeicherung beträgt die Tagkrafterzeugung beim ersten Ausbau 2,65 Mill. kWh. Durch Nachtkraftspeicherung können so weitere 1,0 Mill. kWh zugewonnen werden.

Nicht unerwähnt soll schließlich bleiben, daß durch den Bau des Werkes die Schwarzwaldfreunden bekannten Zweribachfälle erheblich beeinträchtigt werden. Auf Einspruch des Vereins für Heimatschutz wurde von den Behörden eine Regelung dahin getroffen, daß an Sommersonntagen Wasser im Becken nicht gespeichert werden darf. Es soll dankbar anerkannt werden, daß die Behörden in richtiger Würdigung der Notwendigkeit einer Erschließung der natürlichen Energiequellen trotz allzu scharfen Auftretens der nur „Naturfreunde" das Zustandekommen des Werkes ermöglicht haben. Es ist damit nicht nur ein weiterer Schritt zur Nutzbarmachung unserer heimischen Wasserkräfte getan, sondern für Deutschland eine Pionierarbeit im Ausbau von Hochdruckstufen geschaffen worden.

Obwohl mit dem Bau des Werkes erst am 15. Mai begonnen wurde, wird die Inbetriebsetzung schon im Dezember erfolgen.

Entwurfsbearbeitung und Bauleitung lag in den Händen des Ingenieurbüros Ludin A.-G., Karlsruhe. (W. 266.)

Geschichtliches über die Kaplanturbine.

Referat auf der I. Welt-Kraft-Konferenz von Dr.-Ing. K n e i d l.

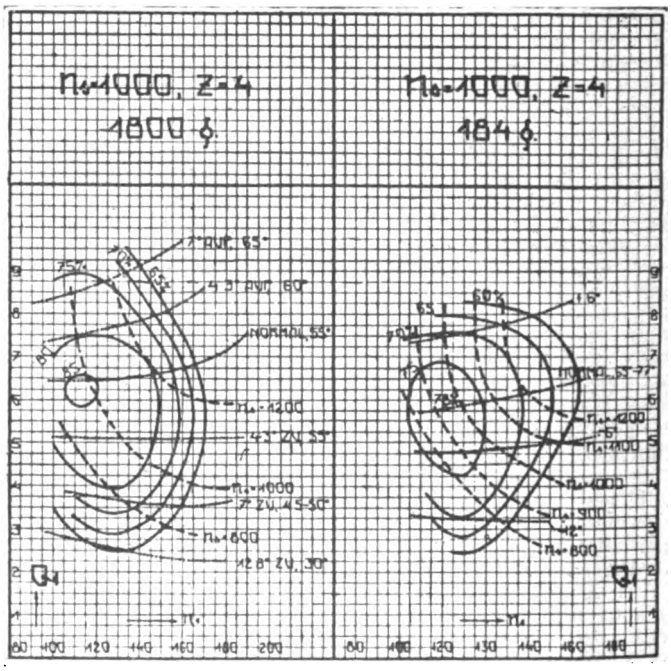
Der folgende Artikel bezieht sich auf einen neuen Turbinentyp, der für mittlere und niedere Gefälle berechnet ist. Die Kaplan- oder besser die Storek-Kaplan-Turbine, die in der Tschechoslowakei erfunden und gebaut wurde, hat bewegliche Radschaufeln und die damit verbundenen Vorteile, daß sie, — mit der gewöhnlich unter ähnlichen Bedingungen verwendeten Francis-Turbine verglichen — eine viel höhere Geschwindigkeit erreicht und ihre Leistung bei verschiedener Belastung und wechselnden Wasserständen praktisch gleich bleibt.

Viel Arbeit war nötig, bevor diese Vorteile erreicht wurden. In den Jahren 1908—1911 arbeiteten die Professoren Kaplan, Mieses und Hamel, sämtliche von der deutschen technischen Universität in Brünn, die Theorien der mehr dimensionalen Strömung aus. Später wandte sich Professor Kaplan, der diese Theorien nicht in praktische Versuche umzusetzen wagte, an Ingenieur Storek um seine Unterstützung durch Errichtung einer Versuchsstation in der technischen Hochschule. In derselben Weise, wie der Chemiker nach Experimenten kleinen Umfanges seine Ideen an einer großen Anlage prüfen möchte, strebte auch Kaplan, seine Versuche an Wasserturbinenbauten auszuführen. Storek gab die nötigen Mittel zum Bau einer kleinen Turbine mit einem Rad von 100 mm Durchmesser, womit Kaplan seine Experimente mit Hilfe von gläsernen Saugrohren usw. ausführte. Das Ergebnis dieser Untersuchungen war die Konstruktion der Kaplan-Turbine, die in allen wichtigen Ländern patentiert wurde. 1918 baute Storek, der die Herstellungsrechte erworben hatte, die erste Turbine mit beweglichen Laufradschaufeln für Hofbauers We., Velm[1]), Ob.-Oesterreich. Die Versuche an dieser Turbine leitete Professor Budau (Wien) 1919. Die Daten waren folgende:

Raddurchmesser 600 mm,
Leistung 35 PS,
Gefälle 3 m,
Wassermenge 1100 l Sek.,
Umdrehungen 480 in der Minute,
spezifische Drehzahl 700—800.

Es wurden noch mehrere Turbinen gebaut, und bei Konstruktionen mit höherer spezifischer Geschwindigkeit begegnete man manchen Schwierigkeiten.

Die tschechoslowakische Regierung nahm reges Interesse



Versuchsergebnisse der Podebrader Turbine.

an dem neuen Turbinentyp und ließ eine Versuchsturbine durch das Ministerium für öffentliche Angelegenheiten für das staatliche Elektrizitätswerk in Podebrad an der Elbe einbauen, deren Daten waren:

Raddurchmesser 1800 mm,
Leistung 275 PS,
Gefälle max. 2,5 m, min. 1,5 m,
höchste Wassermenge 10 m³ Sek.

In Abbildung 1 sind die Versuchsergebnisse von Podebrad gezeigt.

1921 machten die Vertreter einer deutschen Firma verschiedene Versuche in der Prüfanlage Storeks an Versuchsturbinen mit einem Durchmesser von 300 mm. Beim

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1919, H. 17, S. 158.

Digitized by Google

Vergleich der Versuchskurven von Velm, Podebrad und von Laboratoriumsversuchen mit Turbinen, die mit ähnlichen Rädern ausgestattet waren, kann man ersehen, daß die Kaplan-Turbine mit dem Entwicklungsgesetz nach Professor Camerer übereinstimmt[2]).

Um die Leistungsfähigkeit von Rädern mit hoher spezifischer Geschwindigkeit zu erproben, wurde eine Kaplan-Turbine zu Versuchszwecken in der Kraftanlage von H. F. Schmitt in Iserthal eingebaut, und zwar in einem Gehäuse, das im Saugrohr Schaugläser besaß.

Die bemerkenswerten Ergebnisse zu Podebrad und Iserthal führten zur Errichtung anderer Anlagen. In Görz wurden zwei Kaplan-Turbinen aufgestellt mit den Daten:

Raddurchmesser 1800 mm,
Leistung 1000 PS,
Gefälle 5 m,
Wassermenge 20,5 m³/Sek.,
Umdrehungen 315 in der Minute.

Im Kraftwerk Kromertz an der March wurden Turbinen folgender Größen eingebaut:

Raddurchmesser 2200 mm,
Leistung 1000 PS,
Gefälle 4,4 m,
Wassermenge 23 m³/Sek.,
Umdrehungen 214 in der Minute,
spezifische Geschwindigkeit 1100.

Amtliche Versuche wurden noch nicht gemacht und private Versuche können nicht veröffentlicht werden. Die Leistungskurve entspricht indessen jener von Podebrad.

Diese Ausführungen zeigen wohl zur Genüge, daß in der Tschechoslowakei eine Entwicklung von großer Bedeutung für die Wasserkraftausnützung eingesetzt hat. (W. 260.)

[2]) Vgl. diese Zeitschrift 1924, H. 14, S. 258.

Wasserkraftspeicher.

In neuerer Zeit mehren sich die Aufsätze über Wasserkraft-Speicher-Anlagen in den diesbezüglichen technischen Zeitschriften, darunter auch in der „Wasserkraft"[1]):

In meinem Vortrage über dieses Kapitel vom 20. Mai 1920 in der Hauptversammlung des Deutschen Wasserkraftverbandes in Berlin, von dem ein Auszug im Heft Nr. 8 vom 21. April 1921 in der „Wasserkraft" erschien, habe ich bereits auf die Vorteile der Sekundärspeicherung hingewiesen. Die Begründung der Notwendigkeit des stärkeren Ausbaues der Wasserkräfte gilt heute noch, wenn auch die derzeitige Wirtschaftskrise die Brennstoffnot vorübergehend beseitigt hat. Trotzdem sind die Preise für Industriekohle noch beträchtlich höher als vor dem Kriege, für Hausbrandkohle werden von seiten des Kohlenhandels Preise verlangt, die vielfach das Dreifache des früher gezahlten überschreiten, trotz eines offensichtlichen Ueberangebotes. Letzteres hat aber zur Folge, daß man in Deutschland wiederum in den früher gemachten Fehler verfällt, den Wert der Wasserkraft niederer einzuschätzen, und daß sogar versucht wird, den Ausbau auch nachweisbar wirtschaftlich arbeitender Wasserkraftanlagen zu verhindern. Die großen Elektrizitätslieferungsgesellschaften haben natürlich ein lebhaftes Interesse daran, sich die kleinen Konkurrenzen vom Halse zu schaffen, weil sie ihren Monopolisierungsbestrebungen im Wege stehen. Die Argumente, wie zum Beispiel mittlere und kleinere Wasserkraft-Elektrizitätswerke wären lediglich Störungsfaktoren für ein großes Netz, sind nicht stichhaltig. Beweis bilden die bereits bestehenden Anschlüsse solcher Anlagen an große Ueberlandnetze im In- und Ausland, deren Betrieb einwandfrei arbeitet. Bei solider Ausführung und sachgemäßer Wartung können Störungen im Betrieb, wenn auch nicht ganz vermieden, aber doch wesentlich eingeschränkt werden.

Für vermehrten Wasserkraftausbau und Zusammenschluß der Werke hat sich auch die I. Weltkraftkonferenz in London (siehe „Wasserkraft", Heft 14 vom 15. Juli 1924) ausgesprochen. Es ist aber notwendig, daß von seiten der kraftabnehmenden Ueberlandwerke nicht Strompreise geboten und gezahlt werden, die wesentlich unter den Selbstkosten der im eigenen Werk erzeugten Kraft liegen. Ein Strompreis von 1.5 Pf. pro kWh ist jedenfalls nicht geeignet zur Belebung der Bautätigkeit auf dem Gebiete der Wasserkraftwirtschaft, noch dazu wenn sich die Abnahme auf die allgemeinen Betriebszeiten beschränkt.

Von seiten der Ueberlandwerke wird in den meisten Fällen eingewendet, daß für Nachtstrom der erforderliche Absatz fehle. Wenn das der Fall ist, dann wäre es an der Zeit, energisch darauf hinzuarbeiten, daß die Wasserkraftwerke nicht leer zu laufen brauchen und daß deren Energie nutzbringend verwertet wird. Bei Primärspeicheranlagen, gleich ob sie für Tages-, Wochen- oder Jahresspeicherung eingerichtet sind, ist obiger Bedingung schon Rechnung getragen, aber bei Tausenden von Laufwerken kann dies meist durch Sekundärspeicherung geschehen. Wenn letztere an der Primärwasserkraft selbst nicht eingerichtet werden kann, so besteht doch die Möglichkeit, mit Hilfe des gemeinsamen Stromnetzes Außerbetriebstrom an solche Stellen zu leiten, die sich für Sekundärspeicheranlagen eignen. Vielfach wird es möglich sein, diese im Anschluß und in Verbindung an ein Laufwerk zu erbauen. Eine weitere Lösung bedeutet die Heranziehung von Primärspeicheranlagen, wenn nur deren Gefälle groß genug ist, damit die Pumpenanlage nicht zu teuer wird und die ganze Einrichtung wirtschaftlich arbeitet.

Unsere größte zurzeit ausgebaute Speicheranlage, das Walchenseewerk, würde einen vorzüglichen Ausgleich für die Verwertung von Nachtstrom aus Laufwerken bieten[1]). Nachdem durch das Netz des Bayernwerks, welches elektrisch an das Walchenseewerk und die großen Laufwerke an der Iller, am Lech, an der Isar usw. angeschlossen ist, für eine Energieüberführung gesorgt ist, wäre es nur noch erforderlich, einen elektrisch angetriebenen Pumpensatz aufzustellen, der mit Hilfe der vorhandenen Druckrohrleitungen Wasser mittels Ueberschußenergie in das Speicherbecken des Walchensees drücken würde.

Was für das südliche Bayern bezüglich der Sekundärspeicherung mit Hilfe des Walchensees gilt, hat auch Geltung zum Beispiel für den nördlichen Teil des Landes unter Berücksichtigung der Wasserkraftanlagen des Mains in Verbindung mit Zentral-Speicheranlagen im Spessart. Hierfür bieten sich günstige Möglichkeiten zur Erzielung von Hochgefällen von 200—300 m mit Rohrleitungslängen von 800—1800 Meter. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Speicherwerke sich rentieren würden, weil infolge der natürlichen Verhältnisse ihre Anlagekosten sehr niedrig sind. Jedenfalls würden sie aber dazu beitragen, daß Außerbetriebstrom günstig verwertet und der Bau von Laufwerken auch am Main in Angriff genommen werden könnte, zum Segen der deutschen Volkswirtschaft. (W. 251.)

Ingenieur Probst, Würzburg.

[1]) Vergl. diese Zeitschrift 1924. Heft 9, Seite 356 mit Heft 21, Seite 391 Die Schriftleitung.

Zuschrift.

Die Wassermessung in Raanaasfoss. Herr Baurat E. Treiber stellt auf Seite 374 der „Wasserkraft" die Frage, ob die Strömung im Einlauf in verhältnismäßig geringer Entfernung von der Turbine als so geregelt anzunehmen ist, daß eine genaue Flügelmessung erwartet werden kann. Die Frage ist sehr natürlich und ich ge-

Digitized by Google

stehe, daß es ein Mangel meines Aufsatzes war, daß ich diese Frage nicht eingehender behandelte.

Wie im Aufsatz kürzlich erwähnt, hat der schwedische Professor Rosborg durch mehrere Versuche gefunden, daß eine Regelung des Wasserstromes erreicht werden kann, wenn in den Wasserlauf eine mundstückartige Einschnürung eingebaut und die Messung in der Mündung derselben vorgenommen wird. In Schweden sind mehrmals derartige Messungen unmittelbar vor Turbinen vorgenommen und geregelte Strömungen gefunden worden. Die Wassermessung in der norwegischen Anlage Raanaasfoss war auf diese schwedischen Erfahrungen gestützt und die gefundenen Geschwindigkeiten müssen als sehr gut geregelt bezeichnet werden.

Die Messungen wurden in zehn Horizontalebenen vorgenommen (vergl. S. 290 dieser Zeitschrift). Für jede Horizontalebene wurden Geschwindigkeitskurven aufgestellt und die Wassermengen durch Planimetrierung ausgerechnet. Die Geschwindigkeitskurven zeigten eine regelmäßige Verteilung der Geschwindigkeiten und der Charakter der Kurven konnte bei den verschiedenen Wassermengen verfolgt werden. Bei den größten Wassermengen war dieser Charakter am deutlichsten.

Ich nehme an, daß die Zeitschrift nicht genügend Raum für eine Veröffentlichung sämtlicher Geschwindigkeitskurven abgeben kann, und habe deshalb die Kurven der Größtwassermenge ausgewählt. Diese Kurven zeigen nämlich die größten Unregelmäßigkeiten, die während der Proben beobachtet wurden. Um ein anschauliches Bild der Strömungsverhältnisse zu geben, sind die Originalkurven in Kurven gleicher Geschwindigkeit umgeformt. Die Abbildung zeigt in dieser Weise die Geschwindigkeitsverteilung in den zwei neben einander liegenden Meßquerschnitten. Die Kurven der Geschwindigkeit = 1 m/Sek. sind etwas kräftiger eingetragen, um das Bild deutlicher zu machen. Es ist ersichtlich, daß die Kurven der Geschwindigkeit = 1 m/Sek. den größten Teil der Meßquerschnitte umfassen. Da die größten Geschwindigkeiten ungefähr bei 1,3 m/Sek. liegen, sieht man, daß die Geschwindigkeitsschwankungen in dem maßgebenden Teil der Meßfläche gering sind.

Es geht auch aus dem Geschwindigkeitsbild hervor, daß es Horizontalzonen gibt, wo die Geschwindigkeit ungefähr bei 1,1 m/Sek. liegen. Diese Zonen erstrecken sich über die beiden Meßquerschnitte. Das Bild zeigt auch, daß die mittlere Geschwindigkeit im Meßquerschnitt „a" größer ist als diejenige im Querschnitt „b". Das stimmt mit der

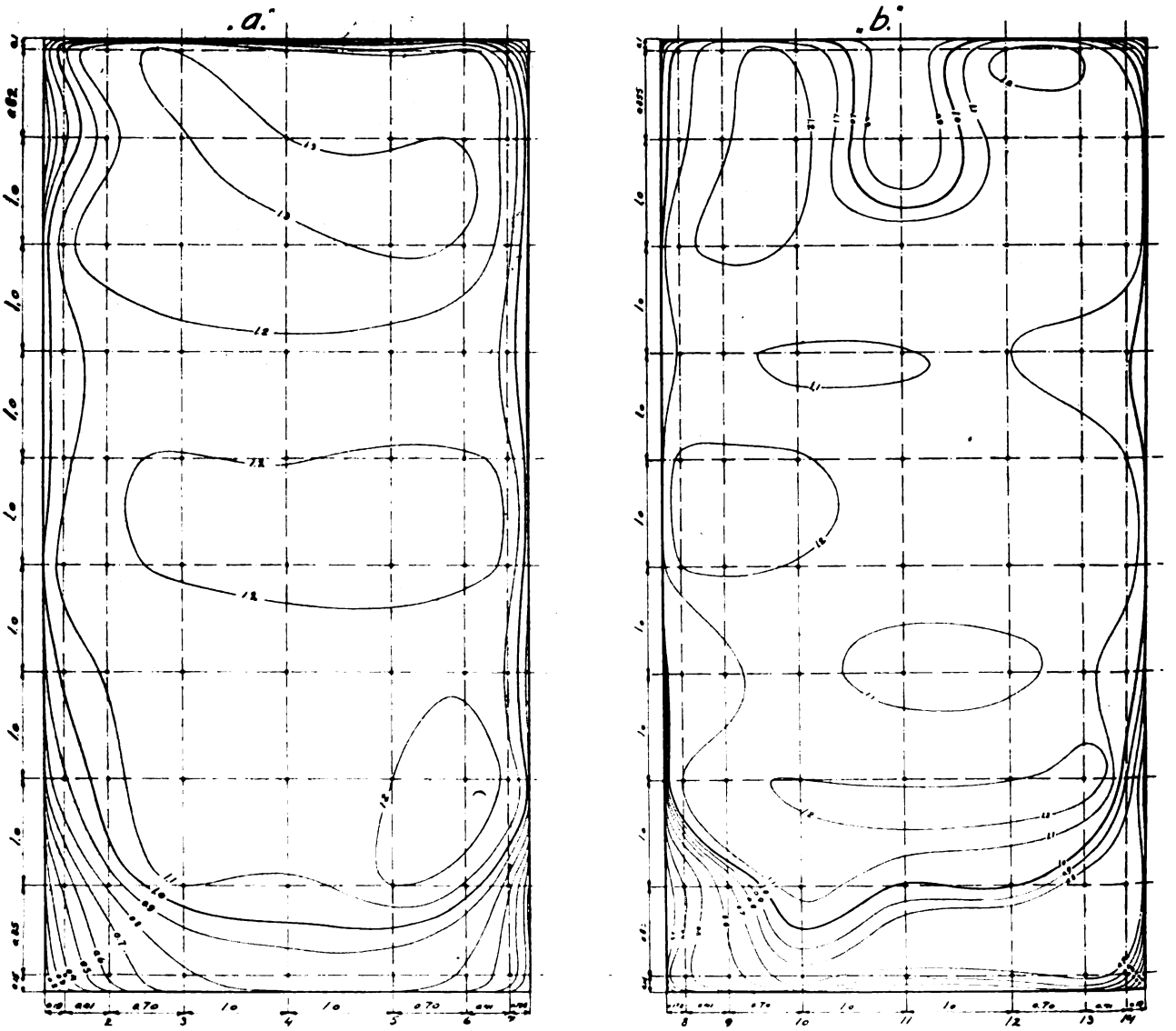


Abbildung 1. Geschwindigkeitskurven aus Raanaasfoss.

Digitized by Google

Drehrichtung der Turbine (linksgehend gegen den Meßquerschnitt gesehen) und dem als Spiralgehäuse geformten Schachtboden überein. Man wird diese Erscheinung um so leichter beurteilen, wenn man sie mit den Abbildungen 5 und 11 meines Aufsatzes vergleicht.

Ich hoffe, durch diese kurze Zuschrift nachgewiesen zu haben, daß die Strömungen in den Meßquerschnitten an Raanaasfos so regelmäßig waren, daß eine tadellose Flügelmessung vorgenommen werden konnte. (W. 283.)

Kristiania, den 21. November 1924.

Hallgrim Thoresen.

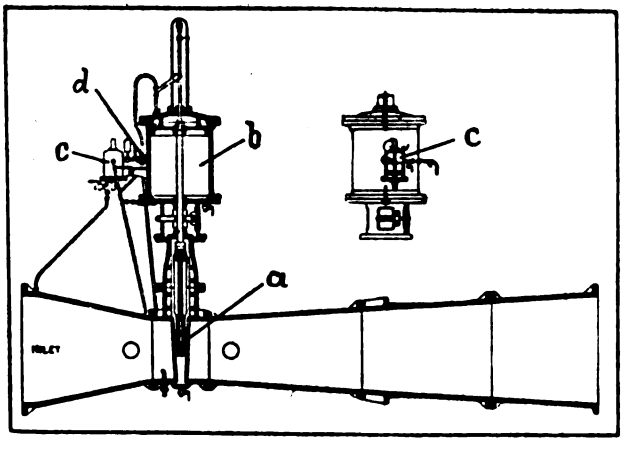
Rundschau

Energiewirtschaft

Der Stickstoffpreis. Das Stickstoffsyndikat teilt zur Frage der Entwicklung der Stickstoffpreise mit: Auf der Oktobertagung des deutschen Landwirtschaftsrates hat Geheimrat Sering sich dahin geäußert, daß die Stickstoffpreise nach dem Ausbau des neuen synthetischen Verfahrens der Badischen Anilin- und Sodafabrik gesenkt werden müßten. Mit diesen Aeußerungen beschäftigte sich auf der Tagung der deutschen Eisenhüttenleute Professor Warmhold. Er führte aus, daß die Auswirkung dieses Verfahrens bereits in weitestgehendem Maße eine Preissenkung zur Folge gehabt hätte. Vor Bestehen dieses eVrfahrens wurden die Stickstoffpreise in Deutschland durch den Chilesalpeterpreis bestimmt. Nunmehr hat das Verfahren dahin geführt, daß Chilesalpeter nicht mehr eingeführt wird und daß der Preis rund 30% unter dem des Chilesalpeters liegt. Die Stickstofferzeugung in Deutschland ist so stark gestiegen, daß der Stickstoff im eigenen Lande nicht mehr verbraucht werden kann. Das Vorhandensein des deutschen Stickstoffes auf dem Weltmarkt verhindere die Steigerung des Chilesalpeterpreises. Der gegenwärtige Verbrauch Deutschlands beträgt etwa 300 000 Tonnen Reinstickstoff, so daß die deutsche Landwirtschaft mindestens 150 Mill. GM. spart durch Bezug des einheimischen Stickstoffes. (W. 289.)

Wasserkraftmaschinen.

Einen selbstschließenden Absperrschieber nach Edwards auf dem Prinzip des Venturimessers führt die Blakeborough & Sons Ltd. in Brighouse aus. In die Verengung eines Venturirohres, Abbildung 1, ist ein hydraulischer Absperrschieber a eingebaut, dessen Zylinder b durch einen Differentialkolben im Steuergehäuse c gesteuert wird.



Auf diesen Kolben wirkt die vom Venturimesser gemessene Druckdifferenz so, daß bei Ueberschreitung der zulässigen Durchflußgeschwindigkeit im Messer durch den nunmehr vom Leitungsdruck gehobenen Steuerkolben in c der Hahn d das Druckwasser über den Betätigungskolben des Schiebers treten läßt und diesen schließt. Das Oeffnen des Schiebers kann durch Umsteuern von Hand erfolgen. Als Vorzug dieser Bauart wird geltend gemacht, daß der Absperrschieber nicht wie sonst für die Rohrweite bemessen ist, sondern nur für die Durchgangsweite der Venturidüse und daher viel kleiner und billiger ausfällt. — Demgegenüber erscheint es beachtenswert, daß der Schieber gerade an der Stelle der größten Geschwindigkeit sitzt und infolgedessen zur Vermeidung eines erheblichen Druckabfalles Schieber mit völlig glattem Durchgang in der geöffneten Stellung zu verwenden sein werden. (W. 277.)

Rdl.

Kurze Nachrichten

Neue Talsperre im Kreise Arnsberg. Die vor zwölf Jahren angelegte Möhnetalsperre mit ihrem 134 Millionen Kubikmeter fassenden Staubecken genügt auf die Dauer nicht, um die Wasserversorgung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet sicher zu stellen. Die außergewöhnliche Trockenperiode 1921, die die Gefahr des Versagens der Wasserversorgung in die Nähe gebracht hatte, legte dem Ruhrtalsperrenverein die Pflicht auf, sich nach neuem Talsperrenraum umzusehen. Man hat das Sorpetal im Kreise Arnsberg als geeignet für die Anlage einer Talsperre befunden. Die Sorpetalsperre, deren Staubecken 72 Millionen Kubikmeter fassen soll, ist nicht nur für die Gewinnung von Wasserkraft bestimmt, sondern soll in weit höherem Maße als die bisherigen Anlagen zur Aufspeicherung von Wasser für Zeiten größter Not dienen. Sie wird mit einem Bestand von rund 50 Millionen Kubikmeter arbeiten, der als Reserve des ganzen Talsperrensystems der Ruhr, das elf Staubecken mit zusammen 190,7 Millionen Kubikmeter umfaßt, für Jahre großer Trockenheit zur Verfügung bleiben wird. — **Stau der Goldentraumer Talsperre.** Seit zwei Wochen wird an der neuen Talsperre endgültig gestaut. Jeglicher Zufluß zum Marklissaer Staubecken ist gesperrt. Der neue Stau ist bis jetzt auf etwa zwei Millionen Kubikmeter angewachsen. Er reicht bereits bis hinter die Finkenmühle. In den nächsten Tagen wird das Kraftwerk in Betrieb genommen. — **Vorarbeiten zur Saaltalsperre.** Die Vorarbeiten für die Talsperre bei den Bleilöchern sind bereits soweit gediehen, daß nach Mitteilung informierter Kreise bereits Vermessungs- und Schürfungsarbeiten in der Nähe der Sperrmauergegend vorgenommen werden konnten. An den Plänen über Umleitung der Saale wird zurzeit gearbeitet, auch in Weimar ist man tüchtig daran, den Talsperrenbau möglichst bald in Angriff nehmen zu können.

Das Wasserkraftwerk Partenstein in Oberösterreich eröffnet. Ende Oktober wurde das neue österreichische Kraftwerk Partenstein bei Linz eröffnet. Das Werk wird die Stromversorgung eines Teiles der elektrischen Bahnen und der Industrie übernehmen. Die Leistung des Werkes beträgt 13 000 PS. Durch Fernleitung steht das Partensteinwerk mit dem Kraftwerk Steyr in Verbindung. — **Neue Wasserkraftanlage.** Die in der Nähe der Gräflermühle von der Gemeinde Oberaudorf errichtete Wasserkraftanlage wurde dem Betrieb übergeben. Der durch eine kleine Talsperre entstandene Stausee hat eine Länge von 600 Meter und eine Breite von 90 Meter und faßt etwa 70 000 Kubikmeter Wasser. Die Staumauer ist 12 Meter hoch. Das in eine 280 Meter lange Rohrleitung abgeleitete Werkwasser beaufschlagt bei einem Gefäll von 83 Meter und 300 Sekundenlitern die Turbinen des neuen Elektrizitätswerkes. Es sind drei Aggregate mit einer Leistung von zusammen 600 PS und einer Jahresproduktion von 1 500 000 Kilowattstunden aufgestellt. Die Anlage versorgt die Gemeinden Ober- und Niederaudorf und einige Industriewerke mit Licht und Kraft. — **Aus der norwegischen Wasserkraft-Industrie.** Ein ausländisches Konsortium bereitet, wie der D. Allg. Ztg. aus Kristiania gemeldet wird, den Ausbau

Digitized by Google

eines Riesenwasserkraftwerkes mit 260 000 PS an dem Auerlandfluß vor. Die Verhandlungen zwecks Ankauf der jetzigen kleinen Wasserwerke stehen unmittelbar vor dem Abschluß. Der projektierte Bau dürfte eines der größten Wasserkraftwerke der Welt werden. Das ausländische Konsortium verhandelt gleichzeitig über den Ankauf der Kraftanlage bei Osa, in der Nähe von Hardanger. Diese Anlagen sind 50 000 PS stark. Die norwegische Wasserkraftindustrie, die seit dem Kriege dauernd mit den größten Schwierigkeiten kämpfen mußte, hat sich wieder zu beleben begonnen. — **Ausnutzung der Wasserkräfte in Mazedonien.** Die griechische Regierung projektiert den Ausbau der in Mazedonien und Thessalien vorhandenen bisher unausgenützten Wasserkräfte, die auf etwa 500 000 PS geschätzt werden. Es ist die Errichtung eines großen Elektrizitätswerkes in Aussicht genommen, das Athen und Piräus mit Kraft und Licht versorgen soll. — **Neues Wasserkraftwerk.** Die Stadtgemeinde Reutlingen (Wttbg.), welche ein neues Wasserkraft-Elektrizitätswerk mit Hochdruckspeicheranlage erbaut, hat vom württembergischen Staatsministerium das ihr unterm 29. Februar 1924 erteilte Recht zur Zwangsenteignung auf das weitere Grundeigentum ausgedehnt erhalten, das hiefür in den Markungen Lustnau und Kirchentellinsfurt nötig ist. — **Nordsee-Kraftwerk A.-G. in Hamburg.** In der außerordentlichen Generalversammlung wurde die Auflösung der Gesellschaft beschlossen. Die Vorstandsmitglieder, Zivilingenieur Emil Pein und Ernst Haubrich wurden zu Liquidatoren ernannt. Wie der Vorsitzende hierzu mitteilte, wollte die Gesellschaft an der Nordsee ein Kraftwerk für elektrische Versorgungszwecke unter Ausnutzung der Ebbe und Flut errichten, was von allen maßgebenden Behörden als lohnend anerkannt wurde; es fehlt der Gesellschaft bei der jetzigen schwierigen Lage jedoch an den erforderlichen Mitteln hierzu, so daß die Liquidation erfolgen mußte.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Elektrotechnik. Freiluftstationen. Von Dr.-Ing. Caspari. — Mitt. d. Vereinigung d. Elektrizitätswerke 1924, Nr. 369, S. 377—381, mit 7 Abb. — (Billigkeit und Betriebssicherheit; Einheiten der Apparate, Gesamtanlage. Gute Erfahrungen in der Schweiz.)

— Die Bestimmung des Leitungsquerschnittes in Schaltanlagen. Von Obering. Waltjen. — Siemens-Zeitschr. 1924, H. 9 und 10, S. 302—307 und 336—340, mit 20 Abb. — (Berechnung auf Billigkeit, Wirtschaftlichkeit und Spannungsabfall. Günstigste Anordnung der Stromkreise. Beispiele.)

Energiewirtschaft. Der Einfluß auf die Energiewirtschaft und die Rentabilität von Wasserkraftanlagen. Von Dipl.-Ing. F. Nowotny, Chemnitz. „E. T. Z." 1924, Heft 43, S. 1138—1143. 8 Abb. (Energielieferung der Wasserkräfte, Energiebedarf und -Speicherung. Wirkungsgrad. Energiewirtschaft einer speicherlosen Wasserkraftanlage. Elektrische Energiespeicherung. Wasserspeicherung. Verschiedene Stromarten. Finanzieller Erfolg. Wasserklemme.

— Grundsätzliches zur deutschen Elektrizitätswirtschaft. Von Prof. Dr. Klingenberg, Berlin. „Z. d. V. D. I." 1924, Nr. 45, S. 1168—1170. (Zentralisierung. Großkraftwerke mit verhältnismäßig niedrigen Anlagekosten und günstiger Betriebsführung finden ihre Grenzen durch hohe Fortleitungskosten. Zusammenfassung benachbarter Betriebe für die elektrische Großwirtschaft durch Bezirksverbände. Mitwirkung des Reiches nur bei wenigen Unternehmen größter Ausdehnung, insbesonders Wasserkraft- und Braunkohlenwerken.)

Wasserbau. Die Grundwasserabsenkung beim Neubau der Züricher Kantonalbank. Mitt'g. d. Fa. Locher & Co., Zürich. „Schweiz. Bauzeitung" 1924, Nr. 13, S. 152—156, mit 7 Abb. Beschreibung des Bauvorganges der Grundwasserabsenkung mittels Brunnen und Zentrifugalpumpe, der Baueinrichtung; Angaben über die hydrologischen Berechnungen: Bestimmung der Reichweite der Grundwasserabsenkung nach der Darcyschen Formel für die Grundwasserbewegung.)

Wasserkraftanlagen. Die Eröffnung des Elektrizitätswerkes Partenstein. Von Dr. Hiecke. — Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien, 1924, H. 47, S. 677—679, mit 2 Abb. — (Kurze, zusammenfassende Beschreibung des Werkes. Bericht über die Eröffnungsfeier am 30. Oktober 1924.) —

— Die Davis-Bridge Wasserkraftanlage am Deerfield-River (Ver. Staaten). Von P. Caufournier, Le Génie Civil, Nr. 12 vom 20. 9. 24, S. 251 bis 256 und Nr. 13 vom 27. 9. 24, S. 269—272 mit 9 Abb. Beschreibung der bei Readschboro, Vermont, ihrer Vollendung entgegengehenden Anlage. Der 61 m hohe Erddamm von 1,5 Millionen m³ Inhalt staut 140 Millionen m³ Wasser. Bemerkenswert ist die seitlich oberhalb des Dammes liegende Hochwasserentlastungsanlage für 765 m³/s mit trichterförmigem, in den Felsen gesprengten Einlauf von — 50 m größtem (†) und senkrechter Achse, dessen Wirkungsweise im Modellversuch erprobt wurde. Zwei Francisspiralturbinen mit stehender Welle leisten unter 105 m je 20 000 PS bei 360 Uml./Min.; — senkrechtes Blechsaugrohr —; die Generatoren sitzen auf der Welle ohne Uebersetzung.)

— Project d'usine hydro-électrique sur l'Avançon. — Par. G. Nicole. Div.-Bulletin techn. de la Suisse Romande 1924, H. 21, S. 261—265, mit 6 Abb. — (Beschreibung des Projektes der Comp. van doise für 400—385 m Gef. bei einer Wassermenge von 450 bzw. 1200 bzw. 3500 l/sec während vier, zwei und sechs Monaten. Bauteile.)

— Wasserkräfte an Wasserstraßen. Beitrag zur Weltkraftkonferenz in London, 1924, von Ministerialdirektor Dr.-Ing. Gleichmann. Z. d. V. d. I. 1924, H. 47, S. 1209—1213, mit 9 Abb. — (Allgemeine Leitsätze, Lage der Kraftwerke; Bauwerke, Turbinen (Propeller), Betriebsplan; wirtschaftliche Gesichtspunkte, Wert solcher Wasserkräfte, ihre Bedeutung als Einnahme und Finanzierungsbeihilfe bei Wasserstraßen.) — (Wir werden den Vortrag hier noch bringen.)

— Hydraulische Hochspeicherkraftwerke. Von Obering. A. Maas, Ravensburg. „Z. d. V. d. I." 1924, Nr. 45, S. 1161—1167 und Nr. 46, S. 1195—1199, 29. Abb. Angaben über die verschiedenen Speichermöglichkeiten. Hydraulische Speicheranlagen. Hochspeicherkraftwerke. Ueberschlägige Größenbestimmung künstlicher Hochspeicher. Besprechung der Speicherkraftwerke Ueberlingen, Fridingen, Tübingen und Schwarzenbach.)

Wasserkraftmaschinen. Die Propellerturbine. Von Obering. Dubs der A.-G. der Maschinenfabriken Escher, Wyss & Cie., Zürich. — Z. d. V. d. I. 1924, H. 48, S. 1213—1216, mit 11 Abb. — Beschreibung der Kaplanturbinen mit festen Laufradschaufeln der Firma, rechnerische Betrachtungen, Uebereinstimmung mit der zweidimensionalen Turbinentheorie; Versuchsergebnisse einiger E.-W.-C.-Räder.) —

Eingegangene Bücher.

Norra Sveriges vattendragsprofiler. Av fil. Dr. Ragnar Melin (Svenska Vattenkraftföreningens publikationer. 165). — Kurze Zusammenstellung der Längenprofile und Rohleistungen der nordschwedischen Wasserkräfte. —

Krupp-Kraftwagen. Anläßlich der deutschen Automobil-Ausstellung vom 10. bis 18. Dezember in Berlin gibt die Firma Krupp A.-G., Essen, eine hübsch ausgestattete Broschüre heraus, welche in Wort und Bild ihre verschiedenen Nutzkraftwagen für alle möglichen Verwendungs-Zwecke zeigt. Neben den gewöhnlichen offenen und gedeckten Wagen interessieren für Bauzwecke besonders die Kippwagen mit motorgetriebener Kippvorrichtung, Langholz- und Trägertransportwagen und Sattelschlepper mit Anhängewagen, Kipper mit eingebauten Hochdruckpumpen für Bau- und Feuerwehr-Hilfszwecke. Die Druckschrift

Digitized by Google

gibt einen Einblick in die verschiedenartigen Anwendungszwecke des modernen Lastfahrzeuges.

Buchbesprechungen

Aufgaben aus dem Wasserbau von Dr.-Ing. Otto Streck. Dieses im Verlag von Julius Springer erschienene Buch behandelt in 40 durchgerechneten Beispielen das Gebiet der im Bauingenieurwesen angewandten Hydraulik. Unter den hydrostatischen Beispielen finden wir den Wasserdruck, Unterdruck und Auftrieb und die Stabilität beim Schwimmen. Bei den hydrodynamischen Aufgaben werden solche der gleichförmigen und ungleichförmigen Wasserbewegung, der veränderlichen Bewegung und des Wasserausflusses erörtert. Ein letzter Abschnitt bringt dann noch Aufgaben, wie sie in der Gewässerkunde vorkommen, über Niederschlag und Abfluß, Verarbeitung hydrographischen Materiales, Geschiebegang und Seerentensionen.

Die Aufgaben selbst und ihre Anordnung entsprechen ganz dem Lehrgang, den ich in meinen Vorlesungen über Hydraulik und Gewässerkunde für Bauingenieure an der Münchener Hochschule einhalte und sie sind größtenteils auch in den zugehörigen Uebungen behandelt worden. In verschiedenen Punkten ist der Verfasser über das hinausgegangen, was man füglich von Studierenden in den Uebungen an der Hochschule verlangen kann, ich verweise zum Beispiel auf die Untersuchung des Hebers mit anschließender Leerlaufleitung; das ist geschehen, um auch über die Hochschule hinaus denjenigen Fachkollegen etwas zu bieten, die sich mit schwierigen hydraulischen Aufgaben in der Praxis zu befassen haben.

Die Aufgaben sind durchweg vorzüglich dargestellt. Der Verfasser, der seit mehreren Jahren Assistent für meinen Lehrstuhl an der Münchener Hochschule ist, besitzt eine ausgesprochene Lehrgabe und auch Erfahrung, wie eine Aufgabe den Studierenden klar zu machen ist. Die Ausstattung durch den Verlag ist vorzüglich.

Das Buch wird in erster Linie den Studierenden der Bauingenieurabteilung unserer Hochschule willkommen sein, aber auch denjenigen Ingenieuren der Praxis, die im Gebiete des Wasserbaues mit hydraulischen Aufgaben zu tun haben. Es kann auf das Beste empfohlen werden. (W. 282.)

München. Dantscher, o. Professor.

Wasserstraßenjahrbuch 1924. Herausgegeben von Reg.-Rat Dr. Zeitler, München, und Generaldirektor Dr. h. c. Ott, Köln, in Verbindung mit dem Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt, Berlin-Charlottenburg (327 Seiten und mit vielen Abbildungen und zwei Tafeln, Richard Pflaum Verlag A.G., München, Preis Gm. 10.-.)

Der vorliegende Jahrgang des bereits in weitesten Kreisen bestbekannten Wasserstraßenjahrbuches reiht sich den drei vorhergehenden nach Umfang und Inhalt würdig an. Der Zweck des Buches: Behandlung grundlegender Fragen und wirtschaftlicher, betriebstechnischer und organisatorischer Fortschritte des Berichtsjahres übersichtlich zu fassen und klar zu behandeln, ist wieder bestens erfüllt. Die Abschnitte: Wasserstraßenbau und Schiffbau —, Verwaltung, Betrieb und Verkehr — Projekte — bringen eine Anzahl wertvoller Darstellungen bekannter Fachleute. So berichtet Oberbaudirektor Dantscher über die bisherigen Arbeiten der Rhein-Main-Donau-A.-G., Ministerialrat Krenzer über die Regulierung des Eisernen Tores und Geh. Rat Prof. Dr. Engels über die Elbe als Wasserstraße in kurzer und klarer Fassung. Die neuesten technischen Fortschritte und ihre wirtschaftliche Bedeutung im Binnenschiffbau und Schiffshebewerken beschreibt Dr.-Ing. Teubert; die Flößerei auf Binnengewässern wird gründlich von Ministerialrat Ebner behandelt. Aus der Fülle des wertvollen Materiales seien noch die Darlegungen von Oberverwaltungsrat Bartsch über die verkehrsgeographische und rechtlich-wirtschaftliche Organisation der Binnenhäfen als wichtigem Verbindungsglied zwischen Schienenweg und Wasserweg, die Darlegung der verkehrswirtschaftlichen Aufgabe der Oder von Dr. Schulze und die grundlegenden Betrachtungen über die Weser-Main-Verbindung von Oberregierungs- und Baurat Innecken besonders hervorgehoben. Mit den Grundzügen des Wesens der Flußkanalisierungen und ihre Anwendung auf die deutschen Flüsse leitet Ministerialdirektor a. D. Ottmann das Buch ein, während Dipl.-Ing. Mangold eine Uebersicht über neuzeitliche Stauwehre bringt.

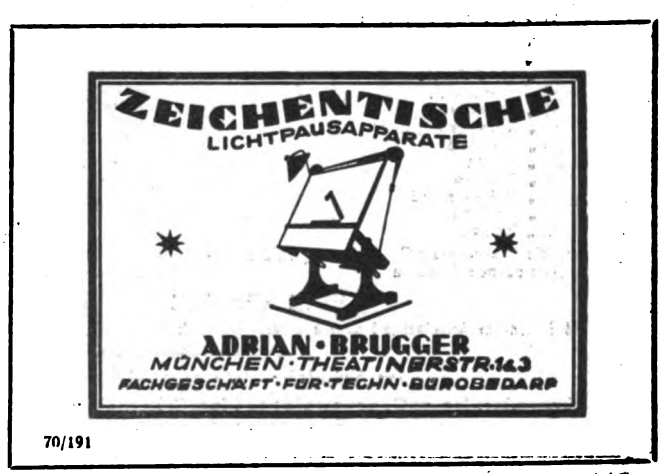
Jedem mit dem Binnenschiffahrtsverkehr, sei es auf dem Gebiete der Technik oder der Verwaltung Beschäftigten, bietet das Buch neue Anregungen. Aber auch jene, die mit dem Verkehr auf dem Schienenweg beschäftigt sind, finden wertvolles Material. Die Mitgliederverzeichnisse des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt und des Vereins der Flußschiffswerften nach dem neuesten Stand bilden einen erwünschten Anhang. (W. 293.)

Ingenieur Joh. Hallinger.

Fahrwiderstände von Schleppkähnen und Wirkungsgrade von Schraubenschleppern in der Binnenschiffahrt. Von Dr. A. Strickler. (Mitteilungen des Amtes für Wasserwirtschaft, Bern, Nr. 17) Sekretariat des Amtes für Wasserwirtschaft, Preis fr. 3.—. Bei den Vorarbeiten auf dem Gebiet von Binnenschiffahrtsfragen spielt der Fahrtwiderstand als Funktion der Schiffsgröße, der Reisegeschwindigkeit und der hydraulischen Abmessungen des Kanals (Querschnitt und Fließgeschwindigkeit) eine ausschlaggebende Rolle, die Wahl der letzteren Daten steht und fällt mit den Annahmen über den Fahrtwiderstand. Bisher lagen zerstreute Versuchsergebnisse und Berechnungsformeln vor, deren Anwendung ohne genügende Berücksichtigung der zum Teil nicht näher bekannten Voraussetzungen zu großen Fehlern führen konnte. Nach einer Untersuchung über die kinematischen und hydraulischen Vorgänge auf Grund des Gesetzes der Kontinuität (Spiegelabsenkung bei Berg- und Talfahrt) vergleicht der Verfasser die Ergebnisse einer Anzahl von Versuchen auf Flüssen und Kanälen mit den verschiedensten Schiffsabmessungen durch Division der gemessenen Widerstandswerte mit den Coeffizienten der verschiedenen bekannten Formeln und Auftragung der gefundenen Zahlenwerte in logarithmischem Maßstab, wobei die gefundenen Punkte auf Gerade fallen müßten, wenn die Coeffizienten konstante Werte wären. Die Untersuchung wird für weites Wasser (nach den Rhein- und Donauversuchen) und für enges Wasser (Kanalversuche) durchgeführt, in letzterem Falle ergeben sich noch größere Abweichungen von der Konstanz der Coeffizienten. Der Verfasser kommt auf diesem Wege zu einer neuen Formel allgemeiner Gültigkeit

$$W = c_9 \cdot V \cdot \left(\frac{L}{t}\right)^{2/3} \cdot \left(1 + \frac{0{,}25}{t_0 - t - s}\right) \cdot \left(v_r + v_z\right)^2 + 100 \cdot V \cdot \frac{s}{L}$$

mit dem Coeffizienten $c_9 = 0{,}0135$ für eiserne und $c_9 = 0{,}0245$ ca. für hölzerne, bekanntlich einen viel höheren Fahrtwiderstand aufweisende Schiffe, wobei V die Wasserverdrängung des Schiffes, L dessen Länge und t dessen Tiefgang, t_0 die Wassertiefe, s die Einsenkung



Digitized by Google

des Schiffes in engem Wasser $= \frac{(v_r + v_z)^2 - v_r^2}{2g}$, v_r die relative Geschwindigkeit des Schiffes zum Wasser, v_z die zusätzliche Strömung infolge Fahrt im engen Wasser $= v_r \cdot \frac{f + B_0 \cdot s}{F - (f + B_0 \cdot s)}$, f bzw. F den eingetauchten Hauptspantquerschnitt bzw. den Wasserquerschnitt darstellt. Es ergibt sich die weitere Schlußfolgerung, daß der Fahrtwiderstand bezogen auf die Einheit der Nutzlast für geometrisch ähnliche Schiffe aus gleichem Baustoff bei gleicher Geschwindigkeit konstant ist unabhängig von der Größe des Schiffes. Diese spezifischen Widerstände in kg Zugkraft pro t Nutzlast sind abhängig vom Querschnittsverhältnis $n = \frac{F}{f}$ für verschiedene Geschwindigkeiten aufgetragen und ergeben zwischen n = 4 und 8 eine gute Uebereinstimmung mit den in Hallingers „Der 1200 t-Schiffszug" vom Berichter ermittelten Widerstandskurven, für kleinere und größere Querschnittsverhältnisse erhält Strickler geringere Fahrtwiderstände. Eine weitere Untersuchung ist dem Wirkungsgrad von Schraubenschleppern gewidmet, der etwa halb so groß wie der theoretische Schraubenwirkungsgrad gefunden wird und zu bemerkenswerten betriebstechnischen Folgerungen führt, u. a. daß ein gegebener Schraubenschlepper in weitem Wasser mit um so besserem Wirkungsgrad arbeitet, je kleiner die Last und je höher die Geschwindigkeit ist und daß der Wirkungsgrad im engen Wasser abnimmt. Die Entwicklungen und Schlußergebnisse sind durch 16 klare Kurventafeln belegt und machen die Schrift zu einem wertvollen Behelf. (W. 292.) Rdl.

Großtaten d r Technik 1925. Abreißkalender für alle. Verlag Dieck & Co., Stuttgart. Preis G.-M. 2.—. Auf 62 Abreißblättern vermittelt der Kalender dem Fachmann wie dem technisch interessierten Laien gute Abbildungen hervorragender Ingenieurwerke aller Gebiete, zum Teil auch historischen Charakters, nebst kurzen Erläuterungen. Vorwiegend gelangen die neuesten Errungenschaften der Technik zur Darstellung, das Verkehrswesen zu Land, zu Wasser und in der Luft nimmt dabei naturgemäß breiten Raum ein. Aus allen Zweigen des menschlichen Schaffens wird etwas geboten, Blicke in Hüttenwerke, in die Baukunst alter und neuer Zeit, in Textil- und Papierfabriken ziehen in bunter Folge und guter Auswahl vorüber. Das farbige Umschlagblatt einer modernen Dampflokomotive in voller Fahrt ist allein eine Zierde, im Kalender fehlen natürlich auch die neuesten Elektrolokomotiven nicht. Für Büro und Haus ist der zeitgemäße Kalender ein hübscher und praktischer Schmuck. (W. 291.) Rdl.

Vereine — Versammlungen

Bayerischer Wasserwirtschaftsrat.

Eine Sitzung des Bayerischen Wasserwirtschaftsrates fand am 29. November 1924 im Sitzungssaal des Landwirtshaftsministeriums unter dem Vorsitz des Staatsrates Dr. Ing. Riegel statt. Der Vorsitzende begrüßte zunächst die zahlreich erschienenen Mitglieder im Namen des verhinderten Staatsministers des Innern und sprach von den großen Schwierigkeiten, die in den letzten Jahren durch politische und wirtschaftliche Wirren, durch Geldentwertung und Materialknappheit dem Wasserkraftausbau erwachsen sei. Wenn man dagegen die mit den neugeschaffenen Wasserkraftanlagen erzielten Leistungen der Technik betrachte, so sei daraus zu erkennen, daß deutsche Tatkraft und deutscher Geist sich nicht niederhalten ließen und daß insbesondere Bayern der vor drei Jahren ausgegebenen Parole treu geblieben sei: „Bayern voran in der Ausnützung der Wasserkräfte."

Der Vorstand der Abteilung für Wasserkraftausnützung und Elektrizitätsversorgung, Herr Ministerialrat Frey-

Anfang 1925 erscheint im

Richard Pflaum Verlag A. G., München, Herrnstraße 10:

WASSERKRAFT-JAHRBUCH 1924

Herausgeber: Professor K. Dantscher und Ingenieur Carl Reindl

Mitherausgeber der Zeitschrift „Wasserkraft" München

Der Inhalt umfaßt unter Mitwirkung zahlreicher hervorragender Wasserkraft-Fachmänner Europas:

I. ENTWICKLUNG UND STAND DER WASSERKRAFTNUTZUNG.
1. Die Geschichte der Wasserkraftnutzung und der Wasserkraftmaschinen von ihren Anfängen bis zur Gegenwart.
2. Der Stand der Wasserkraftnutzung in den verschiedenen Ländern:
a) in Deutschland
b) „ Oesterreich
c) „ der Schweiz
d) „ Frankreich
e) „ Schweden
f) „ Norwegen
g) „ Finnland
h) „ Italien
i) „ Spanien
k) „ Griechenland
l) „ Rußland
m „ Balkan
3. Die Wasserkraft-Gesetzgebung in den verschiedenen Ländern.

II. DER AUSBAU DER WASSERKRÄFTE.
1. Grundsätze für die Bestimmung der Ausbauwassermenge.
2. Höchstausbeute v. Gefälle u. Wassermenge.
3. Neuzeitliche Wassermengenbestimmung.
4. Wasserfassung und Geschiebe bei Wasserkraftanlagen
5. Das Druckstollen-Problem.
6. Die Anlage von Werkkanälen.
7. Probleme der Hochdruckspeicherung
8. Untersuchung und Beobachtung von Staumauern.
9. Einige Erfahrungen mit Holzrohren.
10. Entlastungsvorrichtungen
11. Der Versuch im Wasserbau.

III. WASSERKRAFTMASCHINEN.
1. Der Versuch im Turbinenbau.
2. Ueber Kavitationserscheinungen in Wasserkraftmaschinen.
3. Propellerturbinen mit festen oder beweglichen Schaufeln.
4. Getriebe bei Wasserkraftanlagen.
5. Umbau älterer Wasserturbinen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit.
6. Die Bedeutung des Saugrohres bei Wasserturbinen.
7. Über moderne Turbinenregler.
8. Vorteile und Einrichtungen selbsttätig arbeitender Wasserkraftwerke.

IV. DIE VERWERTUNG DER WASSERKRÄFTE.
1. Allgemeine Energiewirtschaft und Wasserkraftnutzung
2. Technische und wirtschaftliche Verhältnisse großer Überlandzentralen.
3. Die Verwertung der Wasserkraft für chemische Zwecke.
4. Stickstoffgewinnung und Wasserkraft.
5. Aluminiumherstellung und Wasserkraft.

V. STATISTIK DES JAHRES.
1. Übersicht über die im Bau befindlichen Werke.
2. Übersicht über die Weltliteratur.

EINE REPRÄSENTATIVE DAUER-REKLAME ERSTEN RANGES

wird Ihnen im Anzeigenteil dieses erstmalig erscheinenden internationalen Jahrbuches geboten. Preis für 1/1 Seite 180 Gm., für 1/2 Seite 100 Gm

Im Frühjahr 1925 erscheint ferner: **Taschenbuch der Wasserkrafttechnik**

Herausgeber: Ing. v. Gruenewaldt und Ing. C. Reindl. — Dieses Taschenbuch soll die für den entwerfenden Wasserkraftingenieur wichtigen Zahlenwerte und Formeln in handlicher und übersichtlicher Anordnung zusammenfassen.

Digitized by Google

tag, schilderte sodann die Entwicklung und Förderung der Wasserkraftausnützung seit 1921 und gab zunächst ein Bild über die Tätigkeit der Wasserkraftabteilung, die auf den in der Veröffentlichung vom Jahre 1921 „Die Wasserkraftwirtschaft in Bayern" gegebenen Grundlagen weitergearbeitet und dieselben durch eingehende Untersuchungen technischer Einzelfragen, insbesondere hinsichtlich der Speicherkräfte, sowie durch Zusammenstellung von Erfahrungszahlen für Kostenschätzungen zur besseren Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Wasserkraftanlagen erweitert habe. Er sprach von den neu bearbeiteten Wasserkraftprojekten, insbesondere den geplanten Hochdruckspeicheranlagen am Lech unterhalb Füssen, an der Ammer, im Frankenwald usw., dann von den Plänen der Privatindustrie an der Iller, an der unteren Isar und am Inn und betonte, daß die eingehendsten Vorarbeiten für alle in Betracht kommenden hydrotechnischen, geologischen, kulturellen und sonstigen Verhältnissen bei neuen Projekten unbedingt nötig sei, um die Wirtschaftlichkeit rechtzeitig sicher beurteilen zu können.

Die seitens der Wasserkraftabteilung ständig fortgesetzte Katastrierung aller ausgebauten, im Bau und in wassergesetzlicher Behandlung befindlichen Anlagen ergäbe, daß bis zum Jahre 1921 13 Prozent, bis zum Jahre 1921 insgesamt 26,5 Prozent und bis Fertigstellung der noch im Bau befindlichen Anlagen 30 Prozent der Gesamtleistung der ausbauwürdigen bayerischen Wasserkräfte von bekanntlich 2 Millionen PS ausgebaut und weitere 20 Prozent in wassergesetzlicher Behandlung und Bauvorbereitung sich befänden, so daß zurzeit die Hälfte der ausbauwürdigen Wasserkräfte Bayerns erfaßt seien.

Die bis jetzt mit dem seit Anfang des Jahres in normalem Betrieb befindlichen Walchenseekraftwerk gemachten Erfahrungen entsprächen vollkommen den gehegten Erwartungen; bis jetzt seien 63 Millionen kWh abgesetzt, trotzdem betrage die Absenkung des Walchensees erst 65 cm. Die Mittlere Isar würde in Kürze ihren Betrieb aufnehmen, nachdem sich die Bauten bei der bisherigen Durchleitung von Wasser durch den Kanal bestens bewährt hätten. Auch die Privatindustrie habe große wirtschaftliche Wasserkraftanlagen unter Ueberwindung mancher Schwierigkeiten am Inn, Lech und Isar und einer Reihe von kleineren Flüssen erstellt. Aufgabe des Staates sei es, angesichts der zu erwartenden Hebung des Elektrizitätsverbrauches, der in Bayern zurzeit nur 100 kWh/Einwohner und Jahr im Gegensatz zu dem drei- und vierfachen in anderen Ländern betrage, den Wasserkraftausbau mit allen Mitteln zu fördern und hierbei selbst mit gutem Beispiel voranzugehen.

Den Hauptpunkt der Tagesordnung bildete die Frage der Verwertung der bayerischen Wasserkräfte, die den Gegenstand eines ausführlichen Referates von Ministerialrat Holler bildete. Der aus dem tatsächlichen Energieverbrauch im Jahre 1921, wie er sich aus der Statistik der Landeskohlenstelle, der Forstverwaltung (Brennholz) und der Bahnverwaltung ergibt, unter entsprechenden Zuschlägen wegen der damaligen Verbrauchseinschränkungen berechnete normale Energiebedarf im rechtsrheinischen Bayern für Licht, Kraft, Wärme und Bahnverkehr betrage zurzeit rund 8,6 Millionen Tonnen Normalkohle von 7000 Wärmeeinheiten, wenn die verschiedenen Energiequellen (Wasserkraft, Holz, Torf, flüssige Brennstoffe und Kohle verschiedenen Heizwertes) auf diese Maßeinheit zurückgeführt werden. Während im Jahre 1921 hievon nur 8 Prozent von den damals ausgebauten Wasserkräften gedeckt worden seien, werde durch die inzwischen erbauten und die vor der Inbetriebnahme stehenden Wasserkraftanlagen bereits eine Deckung von 20 Prozent erreicht. Für Gesamtbayern einschließlich der Pfalz dürfte sich der Energiebedarf für obige Zwecke in etwa 50 Jahren bei einem Steigen der Bevölkerungsziffer auf 10 Millionen Einwohner auf über 15 Millionen Tonnen Normalkohle erhöhen, wovon bei vorsichtiger Einschätzung

SIEMENS-SCHUCKERT
Siemensstadt bei Berlin

Entwurf, Ausführung und Übernahme in Generalunternehmung des baulichen, mechanischen und elektrischen Teiles von

WASSERKRAFT-ANLAGEN

Grundwasserabsenkung, Torkretbau, Gußbeton, Tiefbauten jeder Art und Größe auf Grund langjähriger Erfahrungen

SIEMENS-BAUUNION
G. M. B. H. Kommanditgesellschaft
Siemensstadt b. Berlin — Verwaltungsgebäude

Digitized by Google

der Umstellbarkeit auf Wasserkraft rund 33 Prozent durch Wasserkräfte gedeckt werden könnten. Hiefür werde eine mittlere Wasserkraftleistung von rund 1,5 Millionen PS erforderlich sein oder rund 1 Million PS mehr als bis jetzt für die genannten Zwecke erschlossen sind. Für den Ausbau kämen dabei neben geeigneten großen Flußkräften und den Mittel- und Kleinwasserkräften vor allem Großspeicherkräfte an der oberen Iller, dem oberen Lech, der oberen Isar, im Frankenwald und Bayerischen Wald in Betracht, da diese Kräfte in besonderem Maße geeignet seien, sich den Bedarfsschwankungen anzupassen, ferner mit Rücksicht auf ihre Lage die Wasserkräfte, welche im Zuge der Rhein-Main-Donauwasserstraße erschlossen werden. Der Ausbau der neuen Kräfte müsse dem Bedarf vorauseilen, da die Durchführung von Großwasserkraftanlagen stets mehrere Jahre erfordere. Ein erheblicher Teil der Kräfte, namentlich die wichtigsten Großspeicherkräfte, müßten dem staatlichen Bayernwerk für die allgemeine Elektrizitätsversorgung des Landes vorbehalten werden. Für elektrochemische und elektrometallurgische Industrie (Herstellung von Düngemitteln, von Aluminium, von Elektrostahl und anderen für das Wirtschaftsleben wichtigen Produkten) wären außer den bereits ausgenützten Kräften an der Alz, am mittleren Inn usw. rund 400 000 PS verfügbar, wobei nach der Charakteristik der Leistungen und nach den Siedelungsverhältnissen der obere und untere Inn, die Salzach und Teilstrecken der Iller, des Lechs und der unteren Isar in erster Linie in Betracht kämen. Nachdem die Leistung der bayerischen Wasserkräfte auch bei Berücksichtigung des Ausgleiches durch die Speicher im Sommer erheblich größer sei als im Winter, müsse durch Austausch überschüssigen Sommerstromes in wasserkraftarme Nachbargebiete eine möglichst restlose Ausnützung der Wasserkraftleistung angestrebt werden.

Die anschließende Aussprache ergab lebhafte Befriedigung über die gründlichen und vorbildlichen Arbeiten der Wasserkraftabteilung, insbesondere wurde begrüßt, daß die über die gründlichen und vorbildlichen Arbeiten der Wasserkraftabteilung, insbesondere wurde begrüßt, daß die Staatsregierung nicht nur den Ausbau, sondern gleichzeitig die zweckmäßigste Verwertung der Wasserkräfte nach besonderen Richtlinien verfolge. Der Elektrizitätsverbrauch werde sich auch für Wärmezwecke, insbesondere für Kochen, noch stärker entwickeln. Anzustreben sei auch ein noch weitergehender Austausch zwischen bayerischem Wasserkraftüberschuß im Sommer und Dampfkraftstrom aus den norddeutschen Kohlengebieten im Winter durch weiteren Zusammenschluß der Höchstspannungsleistungen.

Der Wasserwirtschaftsrat billigte einstimmig das Vorhaben der Staatsregierung, den Ausbau von Wasserkräften für die Elektrizitätsversorgung des Landes und den elektrischen Betrieb der Bahnen in einem dem Bedarf etwas vorauseilenden Maße stetig fortzusetzen, hiefür neben geeigneten Flußkräften vor allem die Großspeicherkräfte in Aussicht zu nehmen und einen beschränkten Teil großer Flußkräfte der Neuansiedlung elektrochemischer und metallurgischer Industrie zu überlassen, hierbei aber den Austausch von überschüssigen Wasserkraftmengen gegen Kohlenkraftmengen nicht außeracht zu lassen.

Zum Schlusse der Sitzung machte Oberbaudirektor Dantscher, Vorstandsmitglied der Rhein-Main-Donau A.-G., noch Mitteilung über den Stand der Arbeiten an der Großschiffahrtsstraße Rhein-Donau, die den Anschluß Bayerns an die großen Wasserstraßen und das Meer zum Endziel habe. Die Mainkanalisierung bis Frankfurt in den achtziger Jahren sei ein großer wirtschaftlicher Erfolg gewesen, die Fortsetzung bis Aschaffenburg habe insbesondere in dem zu Ende gehenden Jahre den erhofften Aufschwung des Schiffahrtsverkehrs nach Bayern gebracht. Mit der in Kürze zu erwartenden Fertigstellung der Stauanlage im Main bei Viereth sei die Fortsetzung der Mainwasserstraße eingeleitet, die Kanalisierung von Aschaffen-

Digitized by Google

burg bis Würzburg und darüber hinaus müsse folgen. Mit der Fertigstellung des Kachletwerkes Ende 1926 sei ein großes Schiffahrtshindernis beseitigt und der Entwicklung des Verkehrs auf der Donau bis Regensburg (107 km) der Weg freigegeben; das große Ziel der Verbindung der beiden Flüsse durch den Kanal müsse stets im Auge behalten werden.

Im Anschluß an die Tagung fand am darauffolgenden Tage eine Besichtigung des Walchenseewerkes durch eine Anzahl Wasserwirtschaftsratsmitglieder statt, die über die geschaffenen Anlagen die vollste Anerkennung aussprachen. (W. 284.)

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu den über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 30. Dezember 1924.

27 c, 2. M. 83 760. C. D. Magirus Akt.-Ges., Ulm a. d. D. Selbsttätige Ausschaltvorrichtung für Entlüftungspumpen. 7. 2. 24.

47 f, 7. St. 37 808. Franz Xaver Streicher, Hamburg, Bachstr. 2c. Auswechselbarer Rohrf'ansch. 28. 3. 24.

60, 15. G. 61 035. Eduard Gerberich, Mannheim, Max-Josefstraße 22. Doppelrückführung für indirekt wirkende Kraftmaschinen-Regler. 27. 3. 24.

42 k, 1. H. 92 261. Dr. Erich F. Huth, G. m. b. H. und Dipl.-Ing. Bruno Rosenbaum, Wilhelmstr. 130—132, Berlin. Einrichtung zur Regelung von mechanischen Leistungen und Kraftübertragungen. 28. 12. 22.

60, 1. J. 23 920. Ernst Joßmann, Berlin-Lichterfelde, Gerichtstr. 9. Regelungsvorrichtung für Kraft- oder Arbeitsmaschinen. 30. 7. 23.

84 a, 6. K. 89 055. Kraftanlagen-Akt.-Ges., Mannheim. Harke zum Ausräumen von Rechen bei Turbinenanlagen, Klärbecken, Fischteichen u. dgl. 29. 3. 24.

88 b, 3. R. 60 789. Emil Rahm, Zürich. Wellenkraftmaschine. 2. 4. 24. Schweiz 20. 3. 24.

Letzter Tag des Einspruches 13. Januar 1925.

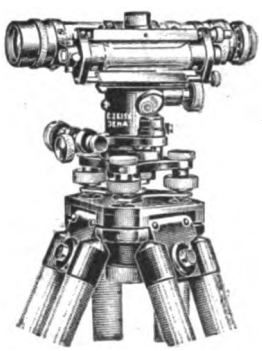
27 c, 8. A. 39 479. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz. Verfahren zur Erzielung gleichbleibender Füllung der Laufradkanäle von Kreiselverdichtern bei veränderlichen Fördermengen. 19. 2. 23.

27 c, 9. A. 40 915. Akt.-Ges. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz). Einrichtung zur Verhinderung von Flackerbewegungen einstellbarer Diffusorschaufeln bei Kreiselverdichtern. 27. 10. 23.

88 a, 7. S. 56 653. Dipl.-Ing. Oskar Poching, München, Rheinstr. 22. Verfahren zur Regelung und Sicherung der Wasserführung zwischen Stauanlagen und von diesen gespeisten Wasserwerken. 13. 6. 21.

Der heutigen Nummer liegen Prospekte der Firmen: EISENBAU SCHIEGE A.-G., LEIPZIG-PAUNSDORF, sowie Dr. med. ROBERT HAHN & Co., G. m. b. H., MAGDEBURG bei, auf die wir unsere Leser besonders aufmerksam machen.

ZEISS
Nivellier-Instrumente
für
Vermessungen,
Bauarbeiten,
Absteckungen
usw.



Sehr leichte und trotzdem leistungsfähige Instrumente

Nivellierlatten
Winkelprismen

Druckschrift „Geo 63" kostenfrei von:

CARL ZEISS JENA

Bituminol
Patentamtlich geschützte Anstrichfarbe.

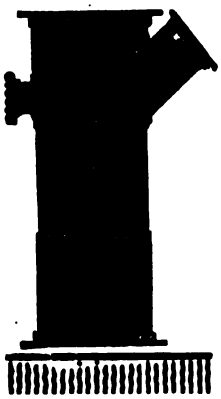
Gutes und billiges Rostschutz- und Konservierungsmittel. Geeignet zum Anstrich von Eisen und Holz, sowie für Abdichtung von Mauerwerk zum Schutze gegen Rost, Fäulnis, Witterungseinflüsse, säurehaltige Wässer und dgl., schnell trocknend, schwarz glänzend, wetterbeständig.

„Bituminol"
ist eine dauerhafte Gasbehälterfarbe.

Streichfertige Abgabe im Gaswerk in jeder Menge. Bei der Abnahme sind Fässer zu stellen.

Städt. Gas- u. Wasserwerke, Nürnberg.

Digitized by Google



Turbinenrohre

und alle sonstigen

Rohrleitungen

bis zu den größten Abmessungen liefern kurzfristig

Gebr. Achenbach

G. m. b. H.

Eisen- und Wellblechwerke

Weidenau—Sieg

Postfach Nr. 316.

Turbinenrohre

Druckrohre

sowie

Rohrleitungen aller Art

genietet und geschweißt liefern:

Eisen- u. Metallwerke G.m.b.H.

FERNDORF (Krs. Siegen)

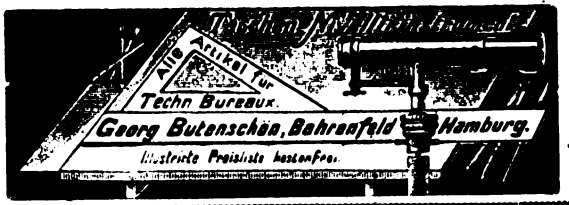
Turbinenrohrleitungen

Spezialingenieur mit reicher Kenntnis und Erfahrung auf dem Gebiete der Projektierung, Herstellung u. Montage von Turbinenrohrleitungen, mit ersten Referenzen und besten Beziehungen

sucht leitenden Posten

in leistungsfähigem Werk des In- oder Auslandes.

Gef. Angebote unter Nr. 888 an den Verlag dieser Zeitschrift erbeten.



Bei allen Anfragen bitten wir höfl. :: Bezug nehmen zu wollen auf

„Die Wasserkraft"

1 Francisturbine mit liegender Welle,

Handregelung, fabrikneu, Fabrikat Fritz Neumeyer-Briegleb-Hansen, füs 1400 sec/l bei 4 m Gefälle, 60 PS, 150 Umdr. Besichtigung Werk München, sofort lieferbar.

1 Francisturbine mit stehender Welle,

Fabrikat Fritz Neumeyer-Briegleb-Hansen, 1921 eingebaut für 2000 sec/l, 1,05 m Gefälle, 22 PS, 65/260 Umdr., kompl. mit Zahnrädern, Vorgelege, Schwungrad und Regler. Wird wegen Gefällsvergrößerung im kommenden Frühjahr abgegeben. Anlage im Betrieb zu besichtigen.

1 Francisturbine mit stehender Welle,

1920 eingebaut für 3 m Gefälte, 2350 sec/l, 73 PS, 9 /275 Umdr., kompl., mit Zahnrädern, Vorgelege, Schwungrad und Regl r, wird wegen Gefällsvergrößerung im kommenden Frühjahr abgegeben. Anlage im Betrieb zu besichtigen.

Alles Weitere durch Ingenieurbüro München der

FRITZ NEUMEYER A.-G.

Wagmüllerstraße 18 Telephon 22479

August Wolfsholz

Preßzementbau A-G.

Wiederherstellung und Verstärkung schadhafter Bauwerke :: Dichtung von Tunnels, Docks, Schleusen, Schächten und Behältern :: Rettung von Baudenkmälern, Kirchen und Türmen :: Schwierige Fundierungen und Unterfangungen.

Pressbetonpfähle und Spundwände.

Zementeinpressungen.

Bohr- und Zertrümmerungsarbeiten.

Berlin W 9. Wien I.

Maffei-Turbinen

Öldruck-Regulatoren

baut seit Jahren

Maschinenbau-Anstalt **Grisshaber** Kempten Allgäu

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google